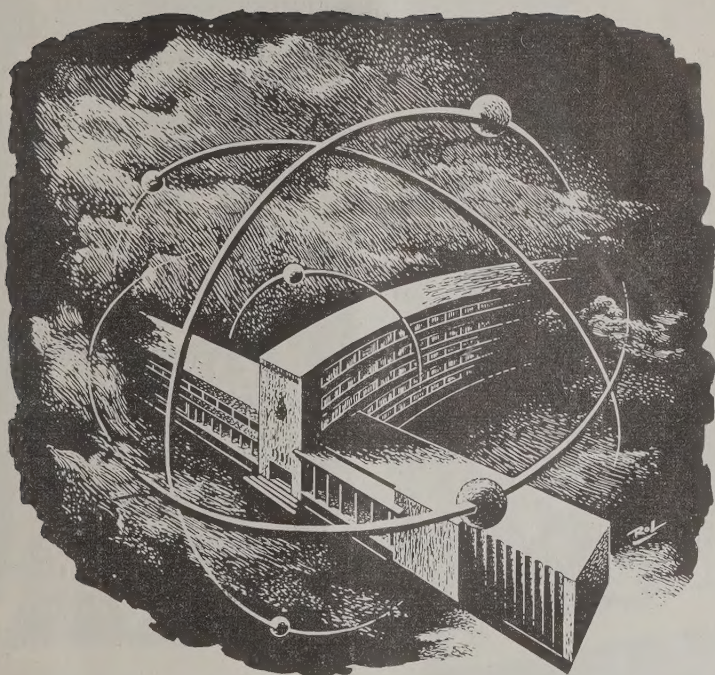


MOLECULAS del PROGRESO...

Tales son las del petróleo. Y de ellas YPF extrae, merced a los esfuerzos de su Laboratorio de Investigaciones en Florencio Varela, las naftas mejores del país para los aviones y automotores que surcan los cielos y los caminos argentinos.

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y COMERCIO DE LA NACION

YACIMIENTOS PETROLIFEROS FISCALES


NETO 50 KILOS
CEMENTO
SAN MARTIN
PORTLAND
INDUSTRIA ARGENTINA
COMPAÑIA ARGENTINA
SAN MARTIN

ESTUDIOS SOBRE EL *COCCIDIOIDES IMMITIS* RIXFORD GILCHRIST. XIII. ESTUDIO CITOLOGICO

POR EL DOCTOR

PABLO NEGRONI

Este trabajo representa uno de los aspectos del estudio de las cepas autóctonas de *Coccidioides immitis* que hemos emprendido desde hace un par de años y que nos permite, ahora, ampliar los datos aportados por Baker, Mrak y Smith (1) y por Emmons (2).

Dividiremos este estudio en: *a*) citología del hongo en los cultivos y *b*) en la vida parasitaria sea en las lesiones experimentales del cobayo o en las espontáneas del hombre; pues es sabido que en los medios comunes de cultivo el *C. immitis* presenta un aspecto microscópico diferente del que ofrece en los tejidos parasitados.

a) Citología en los cultivos. — Para efectuar estas observaciones hemos utilizado por regla general el material de cultivos en medios sólidos, en el de Baker y Smith (3) que es un medio mineral con cloruro de amonio como fuente nitrogenada y glucosa o en agar caldo. Como ya lo hemos expuesto en trabajos anteriores (4) y (5), el desarrollo del micelio de fructificación aparece más precoz y exhuberantemente en el primero, favoreciendo, en cambio, el agar caldo el crecimiento vegetativo.

En algunas oportunidades hemos recurrido a los cultivos en los medios líquidos correspondientes a los sólidos ya mencionados. La técnica utilizada por Orskov en el estudio de los *Actinomyces* a la cual hemos introducido algunas variantes, nos ha proporcionado un buen material de estudio y nos ha permitido seguir gradualmente la evolución del hongo que nos ocupa.

Observaciones al estado fresco. — Montando el material de cultivos jóvenes de 4 días de incubación a 25°C en solución fisiológica

nos ha permitido observar corrientes protoplasmáticas suaves revelables, especialmente, por el desplazamiento de los corpúsculos grasos. También es posible apreciar el comienzo de fenómenos de migración protoplasmática de unos artículos a otros los cuales se enriquecen en contenido celular, tanto en el micelio aéreo como en el del substracto. Estos fenómenos se acentúan en los cultivos más

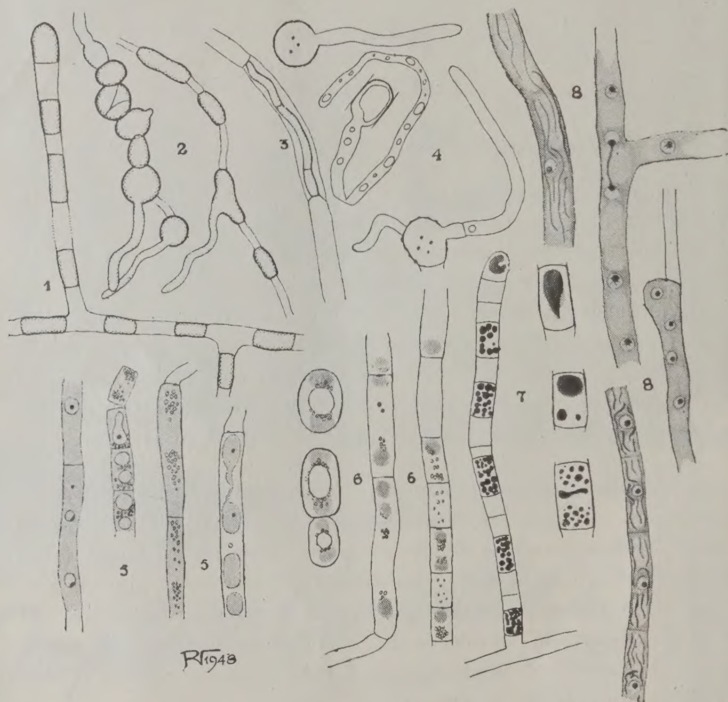


Fig. 1. — Constituyentes citológicos del *Coccidioides immitis*. 1, formación de « entosporos » en las hifas fértiles. 2, su transformación en clamidosporos y germinación « in situ ». 3, crecimiento perforante. 4, aspecto del vacuoma en los « entosporos » en vías de germinación. 5, aspecto del vacuoma en el micelio filamentoso y en los « entos poros ». 6, distribución del glucógeno. 7, distribución de las reservas grasas. 8, núcleos y condrioma filamentoso.

viejos pues a los 12 días hemos podido observar hifas con « entosporos » (en el sentido de Vuillemin) bien desarrollados, tanto en el micelio aéreo como en el sumergido, aunque más raramente en este último. Como ya lo hemos descripto en trabajos anteriores, los

« entosporos » absorben todo el contenido celular de los artículos vecinos de tal suerte que entre ellos media, por regla general, una célula vacía que funciona como separador. Los « entosporos » se presentan refringentes y de aspecto uniforme y céreo. Las células vacías parecen tener un diámetro menor y reducidas exclusivamente a la membrana. La migración protoplasmática que acabamos de describir y que conduce a la formación de los « entosporos » se produce irregularmente en el micelio del substracto, observándose tubos vacíos al lado de otros llenos, homogéneos, refringentes y de aspecto céreo. En ocasiones se produce el fenómeno de crecimiento perforante que ilustramos en la fig. 1, nº 3, y en algunas cepas se asiste a la transformación de los entosporos en elementos globulosos, de mayor diámetro, con el aspecto de clamidosporos con 1 ó 2 tabiques, a veces, según aparece en la fig. 1, nº 2. Estos elementos eran particularmente abundantes en la cepa nº 692 (Estadounidense), llegaban a medir unos 7,5 μ germinando, a menudo, « in situ ». Este hecho nos indica que los « entosporos » que hemos descripto son realmente « thallosporos » y que los elementos globulosos que acabamos de mencionar son, por lo menos en ocasiones, « entosporos » hinchados y en vías de germinación.

Coloraciones vitales. — Hemos examinado material de cultivos de 24 y 30 horas de incubación a 28°C montándolo en una *solución débil de rojo neutro*, comprobando que, cuando esta substancia se disuelve en el agua corriente o en la solución fisiológica, los « entosporos » y los tubos germinativos presentan un contenido celular muy vacuolizado, como si ejerciera un efecto tóxico. Las vacuolas son, en ocasiones, grandes y ocupan todo el diámetro celular. No se aprecian, además, corpúsculos metacromáticos.

Montando el material de los cultivos en rojo neutro disuelto en caldo se observa que los « entosporos » en vías de germinación conservan su protoplasma granuloso, casi homogéneo. Los corpúsculos metacromáticos se observan tanto en el esporo como en el tubo germinativo. En el primero son pequeños y casi desprovistos de movimientos brownianos, en tanto que en el tubo germinativo se los observa dentro de vacuolas, son de mayor volumen y móviles. En los cultivos de 7 días el vacuoma tiene los mismos caracteres que en otros *Eumycetes*; vale decir que la metacromatima se precipita en el interior de las vacuolas en forma de corpúsculos animados de

movimientos brownianos, luego se fijan a la pared tomando el aspecto de casquete o media luna y, finalmente, se redisuelven comunicando a la vacuola un tinte uniformemente rosado. Nunca hemos podido ver con nitidez la existencia de un vacuoma reticulado en la extremidad de los filamentos jóvenes.

COLORACIONES POST-VITALES

Solución de Lugol: no permite apreciar la existencia de glucógeno en los esporos germinados (cultivos de 30 horas). Existe, en cambio, en forma de depósitos polares en los artículos de los filamentos en vías de esporulación de un cultivo de 4 días a 30°C (fig. 1, nº 6). En los esporos bien desarrollados de un cultivo de 7 días, el glucógeno se presenta como manchas parduscas en los polos.

El *colorante de Guéguen* (6) tiñe uniformemente en azul el protoplasma de los tubos germinativos de los esporos (cultivos de 30 horas) no acusando la existencia de corpúsculos grasos. El material de los cultivos de 4 días a 25°C montado en una gota de este colorante, ofrece las siguientes particularidades: la proconidia se tiñe uniformemente de azul, más intensamente que el resto del filamento vegetativo apenas teñido. Luego esta coloración es más acentuada en los puntos nodales de los tabiques, al propio tiempo que, comenzando desde el vértice, se observan artículos altenativamente más teñidos y con pequeños corpúsculos rojos (grasa). En los días siguientes se asiste a la formación definitiva de los « entosporos » a expensas de las células intermedias que quedan desprovistas de contenido celular y no se tiñen. Los esporos maduros presentan gruesos glóbulos de grasa formados por fusión de los pequeños y sus parede más intensamente teñidas en azul, colorante que casi no toma la membrana de las células vacías. Frecuentemente la cantidad de grasa dentro de los esporos es tan considerable que éstos se presentan uniformemente rojos.

Observando material de un cultivo de 5 días en el medio sólido mineral, hemos comprobado, frecuentemente, en el interior de las ampollas de los filamentos en raqueta, la presencia de elementos flexuosos teñidos en azul con la morfología del condrioma filamentoso, pero cuya interpretación es, para nosotros, oscura.

Las preparaciones montadas en *Sudan III láctico* y en una *solución de ácido ósmico al 2 %*, ofrecen el mismo aspecto y distribución

de los corpúsculos grasos que en el material teñido mediante el colorante de Guéguen.

COLORACIONES CON LA HEMATOXILINA FERRICA DE HEIDENHAIN

Para completar el estudio citológico hemos recurrido a esta coloración del material de los cultivos previamente fijado en Bouin o en la mezcla siguiente: Solución de ácido crómico al 1 %, 15 ml; solución de ácido ósmico al 2 %, 5 ml.

Para evitar todo manipuleo que pudiera alterar la arquitectura celular hemos cortado sectores de cultivos en medios sólidos distribuidos en cajas de Petri, sumergiéndolos en el baño fijador durante 24 horas.

Como puede apreciarse en la fig. 1, nº 8, los artículos contienen, habitualmente, varios núcleos provistos de una membrana bien definida, de un nucleolo exéntrico y, en ocasiones, es posible reconocer la existencia de una fina red de cromatina. Los « entosporos » contienen siempre, según nuestra experiencia, un solo núcleo. A veces nos ha sido posible asistir a la división nuclear en el interior de los filamentos vegetativos que se opera por división directa, no cariocinética.

Cuando empleamos el fijador compuesto de ácido crómico y ácido ósmico [6] hemos podido comprobar que, tanto los filamentos vegetativos como los « entosporos », contienen un condrioma filamentoso que no difiere del de otros *Eumycetes* [7].

b) Citología en la vida parasitaria. — En las *observaciones al estado fresco* del material montado en solución fisiológica hemos podido observar los diferentes aspectos ya conocidos del parásito con su membrana refringente. Los elementos jóvenes tienen un protoplasma homogéneo y corpúsculos brillantes (glóbulos de grasa) en su interior; los adultos endosporos poliédricos o quísticos.

Las *coloraciones vitales con* rojo neutro, rojo Ruthenium, verde Janus y violeta Dahlia no nos ha permitido apreciar particularidad alguna del parásito. Tenemos la impresión que los colorantes acuosos no logran atravesar la membrana de los parásitos, pues no se revela en ellos corpúsculos metacromáticos ni otras estructuras citoplasmáticas que hemos descripto anteriormente. Además, la membrana no se tiñe con el rojo Ruthenium así como tampoco las formaciones radiadas o claviformes que posee en ocasiones.

Con *la solución de Lugol* tampoco hemos podido apreciar, en forma nítida, la presencia de glucógeno.

El *colorante de Guéguen* tiñe en azul a veces muy intensamente la membrana de los parásitos y, en rojo, los glóbulos de grasa que contienen en su interior. Los elementos muy jóvenes tienen uno o varios corpúsculos grasos pequeños; en los mayores la reserva grasa es, por regla general, abundante y los glóbulos confluyen a veces en una masa única (fase quística).

El material tomado de las lesiones experimentales del cobayo montado en el Sudan III láctico o en una solución de ácido ósmico al 2 % permite apreciar, igualmente, la existencia de las reservas grasas.

COLORACIONES CON LA HEMATOXILINA FERRICA DE HEIDENHAIN

Hemos procedido con el material extraído de las lesiones en la misma forma que para el de los cultivos, es decir, fijándolo unas veces

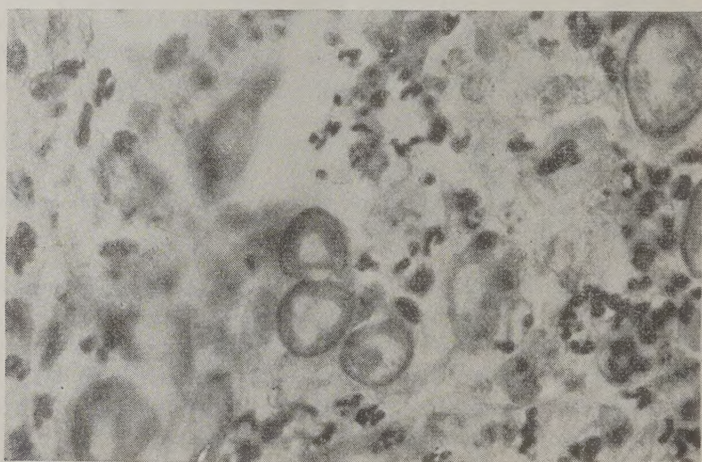


Fig. 2. — Formas de copulación aparente del parásito en los tejidos infectados.

en la mezcla de Bouin y otras en la de ácido crómico y ácido ósmico.

Esta técnica de coloración nos ha revelado que la membrana del parásito así como las formaciones radiadas o claviformes que en ocasiones posee, son siderófilas (fig. 2) y que los endosporos una vez formados poseen un solo núcleo pequeño, vesiculoso con cariolinfa

y un nucleolo excéntrico. Como puede apreciarse en la fig. 3 queda en ocasiones una banda de protoplasma fértil en la periferia del esporangio, estando ocupada la parte central por una gran vacuola u espacio hueco. Las figs. 2 y 4 revelan al parecer los fenómenos descriptos por Ciferri y Redaelli como de copulación, pero no nos ha sido posible observar los correspondientes fenómenos nucleares. Además en la fig. 4 puede apreciarse que los dos elementos unidos se han transformado en esporangios, lo cual es un hecho biológicamente poco probable si fuera realmente una copulación.

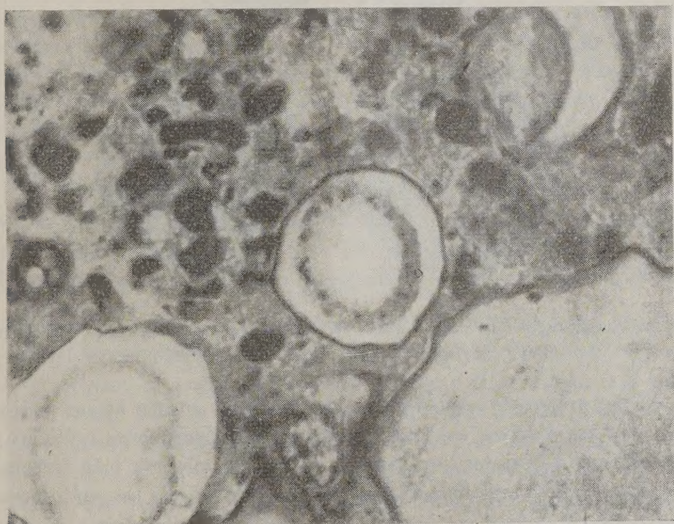


FIG. 3. — Distribución de los núcleos en una banda periférica de protoplasma del parásito en las lesiones.

Finalmente hemos podido observar lo que ya hemos descripto en otro trabajo ([8]), la emisión de los esporos por un poro u ostiolo por el cual se introducen, luego, poli y mononucleares que rellenan la cavidad del esporangio.

En ocasiones hemos creído ver fenómenos de división nuclear en el interior de esporangios jóvenes, en la fase de protosporos. La substancia cromática del núcleo se dispone en dos polos opuestos, recordando al aspecto que adquieren los núcleos que se dividen por

promitosis. Repetimos que los endosporos jóvenes poliédricos o quísticos (con membrana gruesa) están provistos de un solo núcleo, pero como estos últimos continúan a veces creciendo dentro del esporangio hemos observado formas que llegan a tener 4 a 8 núcleos.

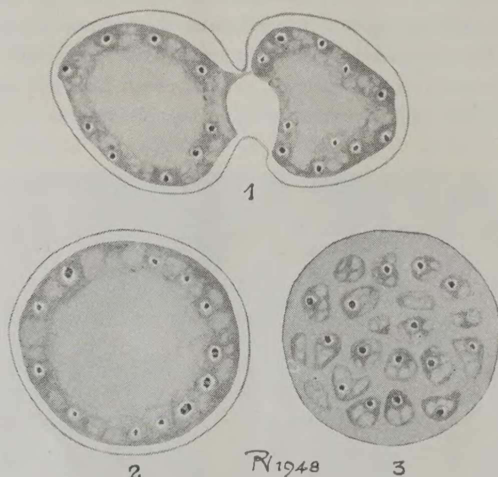


FIG. 4. — Aspecto nuclear del parásito en las lesiones dibujado con la cámara clara. 1 y 2, parásito en vías de esporulación. 3, endosporos poliédricos con un solo núcleo cada uno.

En las *preparaciones teñidas con hemotoxina cosina*, hemos podido apreciar los diversos aspectos que asume las formaciones radiadas y claviformes descriptas por Almeida (9). Se las observa más frecuentemente en los parásitos adultos y en los esporangios con endosporos quísticos, raramente en aquellos con endosporos poliédricos. Repetidas veces hemos visto restos de esporangios en forma de casquetes conteniendo numerosos endosporos quísticos cubiertos de formaciones claviformes en el segmento libre. Estas formaciones son acidófilas y no siempre se presentan en estrías o elementos claviformes radialmente dispuestos, pues hemos visto elementos jóvenes y otros adultos rodeados de una areola acidófila más o menos espesa, superando, a veces, el diámetro del parásito. La membrana de los endosporos quísticos en los esporangios abiertos es también, en ocasiones, fuertemente acidófila; todo lo cual hace pensar que se trata de formaciones de la misma naturaleza, dispuestas a veces en forma de manto y otras de elementos radiados.

Resumen. — El estudio citológico del *Coccidioides immitis* en los cultivos nos ha permitido revelar la presencia de un vacuoma, condrioma, reservas de glucógeno y grasas como en otros *Eumycetes.*

Las reservas grasas migran hacia los entosporos acumulándose, primero, en los polos y luego son tan abundantes que ocupan casi totalmente su interior. El rojo Ruthenium acusa la existencia de zonas rojas en las paredes laterales y tabiques en los elementos de los cultivos de 12 días. Los artículos del micelio vegetativo contienen varios núcleos que se dividen por amitosis en tanto que los entosporos contienen un solo núcleo. El condrioma es filamentoso.

Los colorantes acuosos no revelan en la fase parasitaria detalle citológico alguno del parásito. El colorante de Guéguen tiñe en azul claro el protoplasma del parásito así como su membrana que se presenta aparentemente más intensamente teñida. Las reservas grasas en forma de granulaciones finas o de gruesos glóbulos se tiñen en rojo.

La coloración con la hematoxilina férrica de Heidenhain permite apreciar que los endosporos tienen un solo núcleo y que las formaciones radiadas de la membrana son parcialmente acidófilas. Estas formaciones son siderófilas en las coloraciones con hematoxilina eosina.

Résumé. — L'étude cytologique du *Coccidioides immitis* dans les cultures nous a révélé les formacions suivantes; vacuome, réserves de glycogène et graisses et un chondriosome filamenteux. La coloration vitale avec le rouge de Ruthénium nous a montré des zones rouges dans les parois latérales et les cloisons du mycélium. Le contenu cellulaire, particulièrement la graisse, émigre dans les « entospores » qui prennent uniformement le Sudan III quand ils sont complètement développés. Les articles du mycélium végétatif ont plusieurs noyaux qui semblent se diviser par amitose. Chaque « entospore » a un seul noyau.

La membrane du *C. immitis* dans la fase parasitaire, semble oppser une barriè à la pénétration des colorants aqueux. Les préparation montées avec le colorant de Guéguen montrent la graise colorée en rouge et la membrane en bleu plus ou moins foncé. Les endospores ont un seul noyau. Les formations radiées ou claviformes sont acidophiles et partiellement syderophiles.

Summary. — *Coccidioides immitis* in cultures shows like other *Eumycetes* the following cytological particularites: vacuolar material,

glycogen, fats and a thread-like chondriosome. Lateral walls and septa of the mycelium show red sports with the intra-vitam stain Ruthenium red. Cell content, specially fat, migrates into the « entospores so when they are mature they stain uniformily red with Sudan III. Articles of the vegetative mycelium have several nuclei which divide by amitosis. The « entospores » have only one nucleus each.

In the parasitic phase the membrane of this fungus seems to offer a barrier to aqueous dyes. The fats stain red and the membrane more or less deep bleu with Guéguen stain. Endospores have only one nucleus. Radiate or club-like formations are acidophilic and partially syderophillic.

Bibliografía

1. Baker, E. E.; Mrak, M., and Smith, C. E. — *Farlowia*, 1943, 1 (2), 199.
2. Emmons, C. W. — « Biology of *Coccidioides immitis* » in *Biology of pathogenic fungi*. Waltham, Mass., U. S. A. the Chronica Botanica Co., 1947.
3. Baker, E. E., and Smith, C. E. — *J. Inf. Dis.*, 1942, **70**, 51.
4. Negroni, P. — *Rev. Arg. Dermatosif.*, 1948, **32**, 50.
5. Negroni, P. — *Rev. Arg. Dermatosif.*, 1948, **32**, 58.
6. Negroni, P. — « Morfología y biología de los hongos. Técnica micológica. El Ateneo, Buenos Aires, 1938.
7. Guilliermond, A. — « Traité de cytologie végétale ». Paris, Le Francois, 1933.
8. Negroni, P., y Radice, J. C. — *Rev. Arg. Dermatosif.*, 1947, **31**, 573.
9. Almeida, P. F. — *Ann. Fac. Med. Sao Paulo*, 1934, **10**, 29.

SECCION CONFERENCIAS

TEORIA DEL CAMBIO DE FASES DEL AGUA Y SU APLICACION EN EL PROBLEMA DE LA LLUVIA ARTIFICIAL

POR EL PROF. DR.

WALTER GEORGII

Conferencia pronunciada en la Sociedad Científica Argentina el 15 de junio de 1949.

1. — INFLUENCIA ARTIFICIAL SOBRE EL TIEMPO. GENERALIDADES

Se han efectuado múltiples ensayos para ejercer una acción artificial sobre el tiempo. Para lograrlo es preciso, ante todo, tener en cuenta las bases físicas de los procesos meteorológicos, o bien, provocar los mismos por medios artificiales. Las medidas adoptadas en la lucha contra las heladas, son ejemplos de ensayos simples de la acción artificial sobre el tiempo. Se aprovecha en este caso la existencia de una capa límite térmica, plana, muy estable y libre de turbulencia formada directamente sobre el suelo por la irradiación terrestre.

También pertenece, en cierto modo, al campo de la influencia artificial, la formación de cúmulus sobre los focos de combustión. Este fenómeno se debe al elevamiento de masas de aire y de gas, calentadas artificialmente, las que a causa de su sobretemperatura ascienden arrastrando consigo las masas de aire vecinas que contienen vapor de agua. Luego de condensado el vapor de agua y de haber alcanzado una capa de aire de inestabilidad condicional, pueden seguir ascendiendo como un cúmulus normal. El foco artificial de combustión desata en este caso una estratificación de inestabilidad condicional, ya presente en la atmósfera. De esta manera, grandes focos de combustión pueden provocar grandes cúmulus de tormenta, los que dan origen a precipitaciones. El incendio de Francfort s/M en marzo de 1944, dió motivo a la formación de un enorme cumulonimbus, que ascendió hasta el límite de la troposfera. La nieve que cayó de él formó una delgada y compacta capa, aún a 15 km de distancia. Por las mismas razones expuestas, los focos

de combustión constituídos por tanques de petróleo, pueden dar origen a tornados.

El problema de la disipación artificial de la niebla, de importancia trascendental para la aviación, ha motivado numerosos ensayos prácticos, algunos de ellos exitosos. Para disipar la niebla existen dos posibilidades físicas: ya sea por desecamiento artificial del aire que forma la niebla, o bien por coagulación artificial de modo que las gotitas de niebla en suspensión, se conviertan en elementos de precipitación de mayor diámetro [1].

Para el desecamiento de la niebla era lógico que se aplicara una fuente artificial de calor suficientemente activa, vale decir: fuego. Para mantener parcialmente despejado un campo de aterrizaje deben secarce 2.000 m^3/s de aire de niebla. Para esto se requieren alrededor de 4.000 kW, lo que exige sólo 100 g de nafta por segundo, de modo que el método resulta muy económico. En Inglaterra se efectuaron ensayos prácticos, utilizando quemadores de petróleo.

Otro método químico para el desecamiento artificial de la niebla es el del empleo de óxido de calcio (CaO). El CaO reacciona químicamente al anhidrido carbónico de la atmósfera (CO_2). Mediante la combinación de 1 g de CaO y 0,78 g de CO_2 se ponen en libertad 775 cal. Para disipar 2.000 m^3/s de niebla, se necesitaron 1,34 kg de CaO, por segundo. El CO_2 —existente ya en la niebla— no necesita ser completado. Otros procedimientos químicos aprovechan las características higroscópicas de algunos productos químicos como el ácido silícico, el ácido sulfúrico, el cloruro de calcio, etc. Empleando cloruro de calcio al 78 % se requieren 0,25 kg de dicho cloruro de calcio, para desembarazar de niebla 2.000 m^3/s. El método se basa en la diseminación de partículas de material, más grandes, las que al caer absorben las gotitas de niebla en suspensión, arrastrándolas consigo al suelo. En este caso pueden emplearse partículas de arena o aún gotas de agua. Para desembarazarse de 2.000 m^3/s de niebla se requieren, teóricamente, 13,3 kg/s de agua. Cargando eléctricamente las partículas de arena o las gotas de agua, puede aumentarse el efecto. Sin embargo, la aplicación práctica del método de coagulación es más difícil que la del método de evaporación.

Estos ejemplos demuestran cómo, teniendo en cuenta las bases físicas de determinados fenómenos meteorológicos, se puede influir

artificialmente, con éxito, en los hechos del tiempo; aún cuando este efecto sea siempre meramente local.

Estas intromisiones en los fenómenos naturales, resultan particularmente promisorias cuando el fenómeno existe en estado lábil, que luego de un desprendimiento provocado en forma artificial, prosigue actuando independientemente en procura de un equilibrio estable. En este caso, el proceso se desarrolla según el principio que dice: *A pequeñas causas grandes efectos.* El impulso inicial lleva a una reacción en cadena que sigue actuando en forma independiente, permitiendo suponer la existencia de un proceso de transformación en gran escala, desde el estado lábil hacia el de equilibrio estable.

El paso artificial del equilibrio inestable del agua en sobrefusión, hacia el equilibrio estable de la fase sólida del agua, o hielo, vendría a constituir un proceso semejante. En la naturaleza se presenta con frecuencia el estado lábil de gotas en sobrefusión, en nubes de suficiente altura. Dado que las precipitaciones a que pudieran dar origen, tienen como condición previa la fase hielo, el paso de las gotas de agua en sobrefusión, a cristales de hielo, conduce a la precipitación. Sobre estas bases físicas se apoya la posibilidad de producir lluvia artificial.

2. — PRINCIPIOS TEORICOS DEL CAMBIO DE FASES. VAPOR-AGUA EN SOBREFUSION-HIELO

Hasta hace algunos años, en meteorología se consideraba al diagrama de saturación del agua, como base del cambio de estados para superficies planas. En este diagrama (Fig. 1) figura la presión del vapor saturado como ordenada y la temperatura como abscisa. El diagrama de las fases muestra que a temperaturas por debajo de 0°C existe una importante diferencia entre la saturación del vapor, sobre hielo y sobre agua en sobrefusión, siendo la presión de saturación sobre hielo menor que sobre agua. La diferencia entre ambas fases crece hasta —11°,4 disminuyendo a partir de ese punto y haciéndose igual a cero, en el cero absoluto de temperatura. Si el aire está saturado con respecto al agua en sobrefusión, estará sobresaturado con respecto al hielo. Se deduce además del diagrama de fases, que al enfriarse el aire húmedo, se alcanza primero la fase hielo y al proseguir el enfriamiento se alcanza la fase agua. Por esta razón en meteorología se argüía —hasta hace

muy poco— que en la atmósfera tiene lugar en primer término la sublimación del hielo. Pero dado que las observaciones reales mostraron que hasta determinadas temperaturas el agua en sobrefusión se presenta en la atmósfera con mucha más frecuencia que la sublimación del hielo, se admitió que faltan los núcleos de sublimación supuestos para la sublimación del hielo.

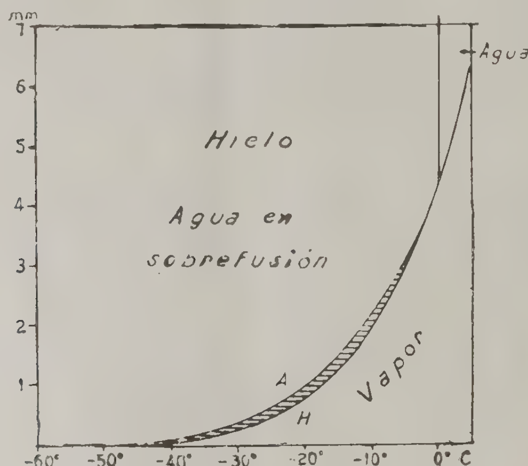


Fig. 1. — Diagrama de saturación del agua para superficies planas.

Actualmente estas conclusiones no pueden considerarse valederas. Según las investigaciones de M. Volmer (²), efectuadas en el año 1939: para la formación de una nueva fase se requiere una energía proporcional a la superficie del primer germen de esta fase y a la tensión superficial. Este trabajo necesario para la formación del germen, exige una determinada sobresaturación del vapor de agua para el paso a una nueva fase. A cada temperatura le corresponde una sobresaturación crítica, en la que puede tener lugar la formación del primer germen de la nueva fase. Cuanto menor sea el trabajo para la formación del germen, tanto menor será la sobresaturación necesaria y con tanta más facilidad se formará la nueva fase. Para gotas grandes, cuya superficie pueda admitirse como plana, la energía requerida para la formación del germen es $\cong 0$. Sólo para este caso es válido el diagrama de fases de la figura 1, y la serie de la formación de la fase vapor-hielo, deducida de él.

Si suponemos en cambio, vapor de agua homogéneo y libre de núcleos, la energía necesaria para la formación del primer germen de la nueva fase, se hace igual a ∞. Recién al aumentar la sobresaturación, la energía para la formación de gérmenes disminuye hasta que con la sobresaturación crítica, válida para cada temperatura, tiene lugar la formación del primer germen de la nueva fase. La figura 2, muestra el esquema de la curva crítica de la

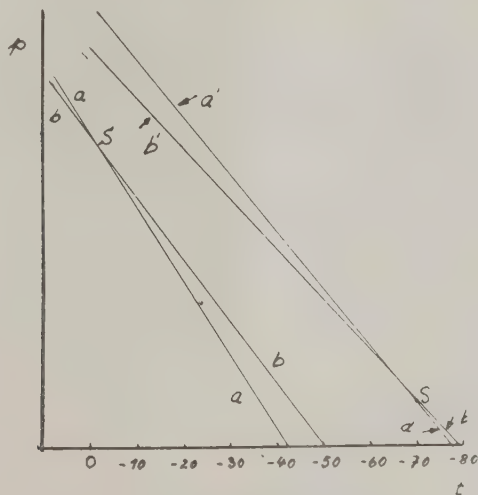


Fig. 2. — Presión crítica de sobrsaturación para vapor de agua homogéneo.

presión del vapor, al formarse el germen en el vapor homogéneo, libre de núcleos. aa' la sobresaturación crítica correspondiente a la fase sólida, bb' la correspondiente a la fase líquida. Es visible que al enfriarse, la sucesión de etapas de la fase se ha invertido con respecto al diagrama de fases correspondiente a superficies planas (Fig. 1), entre los límites 0° y —72°C. A temperaturas iguales, la energía requerida para la formación del germen de la fase líquida, lábil y en sobrefusión, es menor que la requerida para la fase sólida.

Si se enfría vapor de agua a temperaturas bajo 0°C, se alcanza primero la saturación del vapor de agua, formándose en primer término la fase líquida en sobrefusión. Recién a temperaturas por debajo de los —72°C, aparece en primer término la fase sólida. De

esto se deducen las nuevas e importantes conclusiones que se expondrán a continuación:

2.1) La fase hielo se presenta hasta la temperatura de —72°C mediante la congelación de la fase agua.

2.2) La sublimación primaria del vapor de agua, en cristales de hielo, se produce en el vapor de agua homogéneo, recién a temperaturas por debajo de —72°C.

Estas conclusiones se refieren sólo a vapor de agua, libre de núcleos. Por lo común, el caso del vapor de agua libre de núcleos, no se presenta, ni siquiera en el agua atmosférica. Como en el caso de los núcleos de condensación, en el aire actúan partículas submicroscópicas que actúan como núcleos de congelación, disminuyendo el trabajo para la formación del germen de la nueva fase. Debido a esto, la sobresaturación necesaria para la formación de los gérmenes de la nueva fase, disminuye considerablemente. La figura 3, muestra la presión crítica del vapor para las gotitas de agua

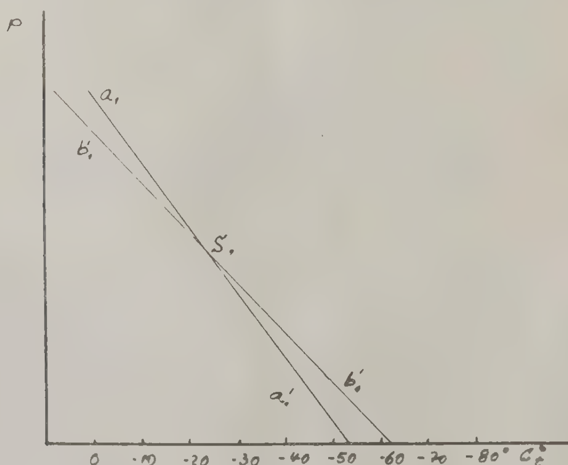


Fig. 3. — Presión crítica de sobresaturación para vapor de agua conteniendo núcleos ($r = 10^{-6}$ cm)

($b'_1 b'_1$) y los gérmenes de hielo ($a'_1 a'_1$) suponiendo un tamaño nuclear de $r = 10^{-6}$ cm. Aún en el caso de que en el vapor de agua se encuentren pequeños núcleos, al enfriarse se forman en primer término gotitas de agua. Desde luego, teóricamente, sólo hasta temperaturas de —15°C. Esta temperatura —según la hipótesis de

Volmer— no está exactamente determinada debido a que tampoco es suficientemente exacta, la curva crítica de sobresaturación correspondiente a la fase hielo. Sabemos por experiencias directas, que la formación de la fase hielo, pasando sobre la fase agua, tiene lugar aún al nivel de los cirrus, vale decir, a temperaturas que varían alrededor de los —45°. Las experiencias en el laboratorio señalaron temperaturas aún más bajas.

De las conclusiones teóricas sobre el cambio de fases en el vapor de agua homogéneo, resulta pues que:

2,3) El paso de la fase del agua en sobresaturación, a la fase de hielo, se inicia mediante núcleos de congelación.

2,4) Los núcleos de congelación son los núcleos iniciales del germen de hielo, en las gotitas de agua.

3. — INVESTIGACIONES EXPERIMENTALES SOBRE CAMBIOS DE FASE DEL AGUA, A TEMPERATURAS BAJAS

El problema de la sobresaturación del agua y de la iniciación de esta sobresaturación ha dado lugar a frecuentes investigaciones físicas.

Citaremos aquí, en primer término, aquellas investigaciones experimentales que han tenido por finalidad aclarar las sobrefusiones que aparecen en la atmósfera, en el campo de las nubes. Justamente en este terreno se han realizado descubrimientos de importancia básica, los que no han llegado a ser un bien común de la ciencia, a causa de la falta de intercambio de ideas científicas de que se adolecía en los últimos tiempos.

En Alemania, mediante los trabajos de la Academia Alemana de Investigaciones Aeronáuticas, el *Instituto de Investigaciones de la Alta Atmósfera*, dirigido por el Prof. Dr. E. Regener y el *Instituto de Investigaciones del Vuelo a Vela*, dirigido por el autor, se llevaron a cabo estudios experimentales en el laboratorio y vuelos de experimentación. El Prof. Dr. Regener (3) utilizaba en sus experimentos, la expansión repentina, para lograr una sobresaturación de vapor de agua a temperaturas bajas. El recipiente para la expansión podía contener aire con o sin núcleos y se encontraba en un baño refrigerador. A temperaturas de —50°C, con un grado de expansión de 1,3 es decir, más de 5 veces la sobresaturación, se obtenían siempre gotitas, tratándose de aire libre de núclos.

También se practicaron experiencias comprobatorias con aire que contenía núcleos. El grado de expansión o la sobresaturación requerida para la formación de gotitas —la que también fué observada hasta —50°C— era, sin embargo, menor en el caso del aire sin núcleos. Todavía no ha sido posible efectuar mediciones por debajo de —50°C.

Las experiencias efectuadas por E. Regener demostraron que:

3,1) Tal como lo enuncia la teoría de Volmer, la sublimación primaria no llega hasta temperaturas muy bajas (—50°C).

3,2) No existen núcleos de *sublimación*, especiales.

Experiencias similares a las efectuadas por E. Regener, fueron llevadas a cabo por el Clarence Laboratory de Oxford. B. M. Cwilong ([4]) empleó una cámara de Wilson y con expansiones comprobó, hasta —35°C, la sola presencia de gotas de agua. En época más reciente, E. M. Fournier d'Albe ([5]) renovó las experiencias de E. Regener y B. M. Cwilong, confirmando los resultados de Regener y precisándolos. Fournier d'Albe comprobó que el hielo se forma al congelarse las gotas — vale decir, sin sublimación — hasta temperaturas de —41°C.

La congelación de las gotas de agua se inicia en base a determinados núcleos de congelación, contenidos en las gotas. La sobresaturación con respecto al hielo alcanza, a estas temperaturas, por orden de magnitud, 160 % .

Los filamentos de condensación que dejan tras de sí los aviones a motor, con temperaturas bajas, suministraron un excelente medio para las investigaciones en el vuelo ([6]). Estos filamentos de condensación deben atribuirse a que mediante el escape de gas del motor se cede vapor de agua a la atmósfera. Este vapor de agua aumenta la humedad existente en el aire, llevando al punto de saturación de vapor de agua a un volumen limitado de aire, detrás del avión. Si el aire hubiera alcanzado ya de por sí un punto próximo al de saturación de vapor de agua, el filamento de condensación se mantendría, pudiendo alcanzar longitudes de muchos kilómetros. En mediciones efectuadas con planeadores se pudo comprobar que los filamentos de condensación eran —aún a temperaturas de —45°C— nubes de agua que aparecían iridiscentes, evidenciando así estar constituidas por gotitas. Estas gotitas se transformaban en cristales de hielo, recién después de varios minutos.

En cierta ocasión, durante el invierno de 1939/40, se comprobó que los filamentos de condensación daban lugar a la caída de nieve algún tiempo después de su formación. Sucedió que del filamento de condensación se desprendieron largas rayas de nieve. Estas rayas de nieve se desplegaron en una gran extensión por debajo del mencionado filamento de condensación, de modo que el cielo, antes despejado, se cubrió de una delgada capa de cirrus y un halo rodeó al sol (fig. 4). Este fué el primer caso de producción artificial

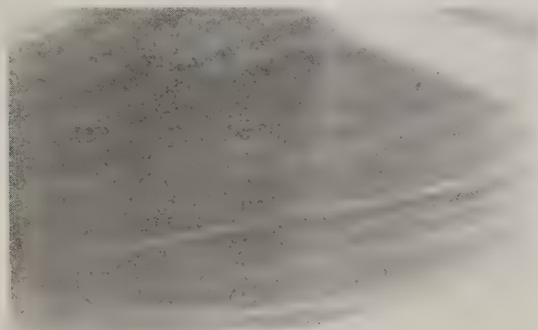


FIG. 4. — Filamento de condensación tras de un avión con rayas de nieve artificial.

de cirrus y de nevada. Este fenómeno se debió sólo al efecto del escape de gas de un avión.

En otra ocasión los filamentos de condensación mantuvieron su carácter de nubes de agua y adoptaron la forma de típicos cirrocúmulus en crecimiento, a temperaturas de más o menos —45°C.

En vuelos efectuados en nubes de foehn (zonda) —las típicas nubes lenticulares provocadas por las ondas atmosféricas estacionarias— se comprobó la presencia de gotas de agua, a 11 km de altura con temperaturas de —50°C. Aún las nubes nacaradas, investigadas por el Profesor STÖRMER en Noruega, a 23-28 km de altura, eran nubes de agua; prueba de ello era la irisación de las partículas nubosas. A estas alturas deben presuponerse temperaturas de —45° a —50°C.

Las mediciones efectuadas con aviones probaron que:

3,3) las nubes cirrus de formación reciente, están constituidas por gotitas de agua que se congelan con el tiempo. Esta afirmación es válida para temperaturas hasta —45° o —50° C.

4. — NULEOS DE CONGELACION Y SU ACTIVIDAD

Las investigaciones acerca de la actividad de los núcleos de congelación, llevadas a cabo por el Dr. W. RAU (7) en el Instituto del profesor E. REGENER, son de gran importancia. W. RAU utilizó en sus experiencias un método de punto de rocío. Sobre una superficie de metal, pulida, enfriada por debajo de la temperatura del aire de la cámara frigorífica, observó el tipo y la sucesión en la formación de gotitas y cristales. Al mismo tiempo se fijaron fotográficamente los procesos que se desarrollan sobre la plancha de

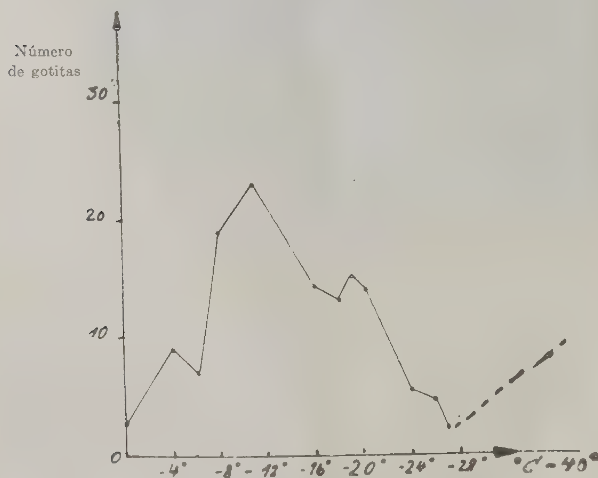


FIG. 5. — Espectro de núcleos de congelación.

metal (fig. 5). W. RAU pudo dar, mediante sus investigaciones, la prueba exacta de que la eficacia con que responden los núcleos de congelación es más notable a determinadas temperaturas; que por lo tanto existe un espectro preferente de núcleos de congelación, análogamente a lo que sucede con distintas sobresaturaciones para las que hay un espectro de núcleos de condensación.

La figura 5 muestra el diagrama del espectro de núcleos de congelación, dando en cada caso el número de gotas de agua que se

congelaron sobre la plancha de ensayo a diferentes temperaturas. A 0°C sólo se hielan unas pocas gotas. A —4°C tienen ya actividad varios núcleos de congelación. A esta temperatura aparece un primer máximo relativo, del pasaje de la fase líquida a la fase sólida. El máximo principal de los núcleos de congelación activos, está a —12°C. Experiencias del Dr. WEICKMANN y del Dr. FOURNIER D'ALBE permiten prolongar la curva hasta —40°C.

El espectro de núcleos está perfectamente de acuerdo con las condiciones atmosféricas reales, ya que las nubes de hielo aparecen, por lo general, a temperaturas próximas a los —12°C.

Las mediciones en vuelo, efectuadas en el Instituto Alemán del Vuelo a Vela, fueron completadas mediante las experincias de laboratorio efectuadas por el Dr. H. WEICKMANN [8] con el objeto de aclarar la naturaleza de los núcleos de congelación que provocan el paso de la fase agua en sobrefusión, a la fase hielo. Según H. WEICKMANN, actúan como núcleos de congelación:

4,1) núcleos sólidos, insolubles en agua.
4,2) núcleos sólidos, solubles en agua, pero en estado cristalino.

No actúan como núcleos de congelación:

4,3) núcleos líquidos
4,4) núcleos gaseosos.

Las inclusiones sólidas de las gotas de agua, que actúan como núcleos de congelación, son más o menos del orden de magnitud $r = 10^{-4}$ cm. Cuanto menor es el radio de los núcleos de congelación, tanto más baja es la temperatura que requieren las gotitas de agua para la congelación. Debe tenerse también en cuenta el número de núcleos de congelación existentes. H. WEICKMANN pudo comprobar —utilizando un microscopio con un aumento = 100— la presencia de partículas sólidas insolubles en agua, que se encontraban en el agua de fusión de los cristales de cirrus recogidos en el vuelo.

Los núcleos de sal resultan inactivos en soluciones y activos cuando son partículas sólidas. Su actividad aparece recién a temperaturas por debajo de —30°C, ya que es evidente que a estas temperaturas, la solubilidad de la sal cesa. También Fournier d'Albe comprobó en sus experiencias que las combinaciones de cloro, en estado cristalino, actúan como núcleos de congelación a temperaturas de —40° a —42°C.

Teniendo además en cuenta, que V. J. SCHAEFFER ([9]) demostró que los cristales de anhidrido carbónico actúan como núcleos de congelación activos, a temperaturas de < —8°C y que VONNEGUT ([10]) descubrió la actividad del yoduro de plata, ya a temperaturas de —4° a —8°C, podremos obtener la primera escala de núcleos de congelación en dependencia de la temperatura:

4,5) Escala de núcleos de congelación:

Temperatura	
—4° hasta —8°C:	yoduro de plata
< —8°C:	hielo seco de anhidrido carbónico
—35° hasta —42°C:	cristales de sales

Una lista confeccionada por el Dr. G. M. B. DOBSON ([12]) que se refiere a la actividad de los núcleos naturales de congelación que se encuentran en la atmósfera, permite exponer este resumen sobre el cambio de estados en la atmósfera, a diferentes temperaturas — teniendo en cuenta las ya citadas experiencias de laboratorio —.

273° - 263°K No actúan núcleos de congelación naturales. Fase del agua en sobrefusión.

263° - 241°K A 263°K actúan algunos de los núcleos naturales de congelación, provocando el paso de las gotas de agua a cristales de hielo. Al descender la temperatura, aumenta el número de núcleos activos y de cristales de hielo formados. Etapa de mezcla entre el hielo y agua en sobrefusión.

241° - 232°K Actúan muchos núcleos naturales de congelación. Los elementos de la nube, aun líquidos, se transforman en gran escala en cristales de hielo.

Por debajo de 210°K: todos los núcleos naturales de congelación son poco activos. A —201°K transcurre el paso directo de vapor a hielo, por sublimación primaria.

Las experiencias del Dr. W. Rau aportaron otros importantes descubrimientos sobre la actividad de los núcleos de congelación. W. Rau demostró que la actividad de los núcleos se restringe cuando éstos están expuestos por algún tiempo, al agua o al aire húmedo; recuperando su actividad al secarse. Esta característica es de gran importancia para el pasaje de la fase líquida a la sólida, dentro de las nubes. Muchos fenómenos de congelación de las nubes tie-

nen su explicación en este hecho. Las nubes que se disipan — vale decir que se secan — se congelan. Si una nube alcanza una inversión de temperatura, se seca y se congela, pues los núcleos recuperan su actividad. A propósito de ésto, se puede mencionar también el cambio de un cúmulo-nimbus con gotas en sobrefusión, en un penacho cirroso de cristales de hielo, cambio que se realizó junto a una inversión.

Otro de los resultados de las experiencias de W. Rau es de especial interés: las gotas de agua que se mantenían líquidas en la cámara frigorífica, hasta temperaturas muy bajas, se cristalizaban a temperaturas de —72° C. Estos cristales tenían una estructura anormal y pertenecían al sistema regular, no exagonal. Además tenían la característica de que, al ascender la temperatura a —68° C retornaban a la fase líquida. Estas características prueban una modificación del hielo que se debe a la asociación de moléculas, provocada por la presión alta y modificación de la tensión superficial o por la presión normal pero temperaturas muy bajas.

Estas modificaciones se conocían ya por los trabajos de G. Tammann (11) y P. W. Bridgmann (12). En la modificación comprobada por W. Rau, se trata de hielo VI. Si se prolonga la línea de existencia del hielo VI, en el diagrama de presión y temperatura, se obtendrá su punto de existencia — con presión atmosférica — a —70° C, coincidiendo con el resultado de las investigaciones de W. Rau y con la temperatura límite de —72° C deducida teóricamente por M. Volmer, para el paso de la fase vapor a la fase hielo, con intercalación de la fase agua. Los experimentos dieron también por resultado que a temperaturas por debajo de los —72° C, los cristales se forman por sublimación primaria directa del vapor. Rau descubrió una modificación análoga en el hielo exagonal, a —55° C. También ese hielo se funde a —40° C.

No es posible determinar, ya, si estas modificaciones del hielo revisten importancia en la atmósfera. De todos modos es digno de mención el hecho de que ya en el año 1861, Nordenskjöld llamara la atención sobre un fenómeno que parecía responder a una modificación del hielo bajo ciertas condiciones atmosféricas: En las ventanas de un edificio halló formaciones de escarcha, constituídas por cristales cúbicos (3). Puede citarse también al respecto, una información de H. Neuberger (14) del Penna State College de los EE. UU., observación ésta, que resulta de sumo interés. El 14.I.1945

H. Neuberger y sus discípulos observaron un arco iris en un cielo cirroso, siendo la temperatura en el suelo de —5°C y estando el cielo cubierto solamente por cirrus. Podía distinguirse con claridad un arco principal y tres arcos secundarios, y la sucesión de las bandas. No se observó ningún halo, pese a que la zona que rodeaba al sol estaba cubierta por cirrus. ¿Cómo explicar la aparición de este arco iris, al nivel del cirrus? Por de pronto, este hecho señala la presencia de gotas de agua en esta altura. El arco iris pudo formarse el incidir la luz en los cirrus de agua en sobrefusión. Si por lo contrario se hubiera formado en la precipitación desprendida de estas nubes, los elementos líquidos de precipitación debieron formarse pasando antes por la fase hielo. En ese caso sólo pudo tratarse de una modificación del hielo que se hubiera fundido nuevamente a temperaturas bajas. En la atmósfera resulta difícil observar las condiciones en que transcurre el paso de la fase agua a la fase hielo, a temperaturas por debajo de los —50°C. Estas temperaturas abarcan la estratosfera, con temperatura más o menos constante y formación de nubes inexistente o muy escasa. Temperaturas de —70°C y más bajas aún, se encuentran en general sólo dentro de la troposfera en las latitudes geográficas comprendidas entre 0° y 25°, de modo que resulta difícil determinar la importancia de las modificaciones del hielo a —55° y —72°C, en la atmósfera.

5. — FORMACION DE PRECIPITACIONES

El proceso de la formación atmosférica de la lluvia puede parecer sencillo en un principio. Sin embargo, en realidad, el cambio a partir de elementos nubosos en suspensión ($r = 10^{-4}$ cm) a gotas de lluvia ($r = 10^{-2}$ cm) es muy complicado. La continua condensación de elementos líquidos de la nube, tal como se realiza en los cúmulus debido a la corriente ascendente, no basta para producir gotas grandes. Mientras que los elementos nubosos pequeños, se forman con rapidez, las gotas de lluvia más pequeñas ($r = 10^{-2}$ cm) requieren no menos de dos horas para su formación. Sin embargo, no se puede esperar que una gotita se mantenga durante tanto tiempo, en una corriente de aire rápidamente ascendente. Las gotas de lluvia más grandes, requieren períodos de formación tan largos, que es imposible atribuirlas a la condensación (gotas: $r = 3.10^{-2}$ cm = 10 horas). Aun la coagulación o sea la fusión por

contacto de gotas grandes de diferentes tamaños, a causa de las diferencias en la velocidad de caída, tampoco alcanza para formar gotas de lluvia, ya que la teoría de la coagulación no se cumple cuando el tamaño de las gotas es de $r > 10^{-3}$ cm. La coagulación puede producir a lo sumo, una fina llovizna ($r = 10^{-2}$ cm) desprendida de nubes de escasa altura y en presencia de mucha humedad.

Por eso, para la lluvia atmosférica normal, sólo resta la teoría de Tor Bergeron (16): que los elementos líquidos de precipitación se forman pasando a través de la fase hielo. La lluvia que llega a la tierra es pues el producto de la fusión de la nieve, del granizo menudo o del granizo. De esto se deduce una importante consecuencia: las nubes que contienen exclusivamente gotas de agua — aun en el caso de que las gotas estén en sobre-fusión — no pueden producir lluvia. Esto explica el fenómeno, a veces extraordinariamente curioso, de que grandes cúmulus, que parecen amenazar con una lluvia inminente, no dejen caer lluvia alguna hasta no haber alcanzado la altura en la que reine una temperatura que torne activos a los núcleos de congelación. Pero una vez desencadenado el proceso de congelación por los elementos nubosos, la nube puede también dar comienzo a la lluvia, pues los cristales de hielo formados en la nube crecen rápidamente dado que los tres estados: hielo, agua en sobrefusión y vapor, no pueden estar a la vez en equilibrio, con excepción de su punto triple (= 0°C y —72°C). Debido a la presión de saturación más alta con relación al agua, en la nube se debe establecer un proceso continuo de difusión de las moléculas de vapor de agua — provenientes de las gotas — sobre el hielo, hasta que toda el agua se haya evaporado y se restablezca el equilibrio entre el hielo y el vapor. La nube se transforma en una nube de nieve hasta llegar a la temperatura de 0°C. Dado que los elementos de nieve se pueden coagular y también entre sí o con gotas de agua, llegan a asumir grandes formas, las que al fundirse por encima de la isoterma de cero grado, dan lugar a una lluvia de gotas grandes que alcanzan la superficie terrestre. La transformación de una nube de agua en sobrefusión, en nube de nieve, desata casi siempre una precipitación.

Resulta pues, en general:

5,1) Las nubes que contienen exclusivamente gotas de agua, aun gotas en sobrefusión, no producen lluvia bajo condiciones naturales en la atmósfera.

5,2) La lluvia cae de una nube, recién después de que en ella se hallan formado cristales de hielo, los cuales consumen la fase de agua en sobrefusión y luego de la fusión, dan origen a una lluvia de gotas grandes.

5,3) Con condiciones naturales, se observa frecuentemente, en la atmósfera, un paso de las gotas en sobrefusión, a cristales de hielo, en nubes a temperaturas de —12°, —22° y —41°C.

5. — ENSAYOS PRACTICOS SOBRE EL DESENCADENAMIENTO ARTIFICIAL DE LLUVIA

Mientras en los Institutos Alemanes de Investigaciones se aclaraban, en esencia, las bases teóricas del cambio de estados del agua, dejando así en claro la posibilidad de provocar lluvia artificial, en los Estados Unidos se iniciaban los primeros ensayos prácticos para provocar precipitaciones artificiales.

En el mes de noviembre de 1946 V. J. Schaeffer (9), del laboratorio de la General Electric Company en Schenectady, llevó a cabo el primer ensayo exitoso para dar origen a la precipitación, inyectando en la nube núcleos de congelación, activos.

Schaeffer empleó hielo seco pulverizado, como núcleos de congelación, vale decir que recurrió al anhídrido carbónico sólido. Sobre un strato-cúmulus de 6,5 km de extensión, se diseminaron 700 g de hielo seco. La nube tenía una temperatura de — 18,5°. En el término de pocos minutos, las gotas de agua en sobrefusión se transformaron en cristales de hielo que cayeron como nieve, durante más de una hora. Otra experiencia interesante fué la efectuada por el Dr. KRAUSE en Australia. A 7.000 m de altura, se diseminaron 150 kg de hielo seco, sobre extensas nubes cúmulos. La cantidad de lluvia caída, en una zona de 10 km de longitud por 8 km de ancho, llegó —término medio —a 5 mm de altura.

Otras experiencias americanas han demostrado que, aparte del hielo seco, se pueden emplear con éxito muchos otros materiales, en calidad de núcleos. E. BRAUN *y* L. DEMON (16) señalan ante todo: el yoduro de plomo, yodoformo, yodo, apatita, cinzita y óxido de cerio. El yoduro de plata resulta activo a temperaturas de —8°C.

B. VONNEGUT (10) declara que las partículas de humo provenientes de la combustión de 1 mg de yoduro de plata por segundo,

dan origen a 10^{13} gérmenes de hielo, a 5 m de distancia del lugar de donde partió el humo.

6. — REQUISITOS METEOROLOGICOS PARA LA PRODUCCION DE LLUVIA

Los ensayos efectuados hasta hoy demuestran que la producción artificial de lluvia es factible cuando se procede con suficiente experiencia meteorológica. Para lograr que el método surta efecto, deberán cumplirse los siguientes requisitos:

6,1) Las condiciones meteorológicas deben escogerse de tal modo que la precipitación dé por resultado una cantidad de lluvia considerable.

6,2) Las condiciones meteorológicas necesarias no deben aparecer esporádicamente sino que deben evidenciar suficiente regularidad.

Con respecto a 6,1) se puede decir que la capa de agua en sobrefusión, del interior de la nube, debe tener suficiente espesor para que los gérmenes de hielo originados, crezcan hasta llegar a nieve y para que — de acuerdo con la teoría de Bergeron — puedan constituir gotas de lluvia suficientemente grandes. Es conveniente que la capa tenga por lo menos 300 m de espesor. Es necesario que las gotas de lluvia que se formen, sean grandes, para que así no se evaporen en el trayecto de caída, desde la nube al suelo.

Según FINDEISEN ([18]), las gotas de lluvia necesitan los siguientes trechos de caída, para evaporarse:

Trayecto de caída para la evaporación	Tiempo de evaporación	Radio de las gotitas
150 m	6,1 minutos	$r = 10^{-2}$ cm
2,9 km	32,8 »	$r = 3.10^{-2}$ cm
42,0 km	180 »	$r = 1.10^{-1}$ cm
28,0 km	20,7 horas	$r = 2{,}5.10^{-1}$ cm

Es evidente que la lluvia fina ($r = 2.10^{-2}$ cm) sólo puede precipitarse desde escasa altura. En cambio la lluvia débil ($r = 4{,}5.10^{-2}$ cm) alcanza el suelo en forma normal, debido a que el trayecto para la evaporación es de 3,0 km.

La condición 6,2) presupone que las nubes aptas para producir lluvia son *estacionarias,* es decir, que se mantengan fijas en un punto determinado, con respecto al lugar; y que, con respecto al tiempo, estén sujetas a una *repetida regeneración,* para que la precipitación caiga sobre un lugar *determinado* y por largo tiempo, vale decir, en cantidad suficiente.

El tipo de nubes que pueden tenerse en cuenta, para la producción de precipitaciones artificiales, es en primer término del de las nubes cúmulus. Es sabido que el cúmulus térmico es en muchos casos estacionario con respecto al lugar, debido a procesos locales de la inestabilidad térmica del aire. Se sabe además que la regeneración de estos cúmulus tiene lugar en forma *pulsátil* y en períodos de 20 minutos de duración. Esta propiedad de los cúmulus estacionarios, es particularmente favorable para la producción activa de lluvia artificial.

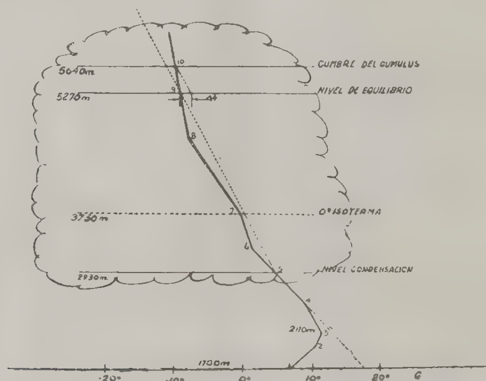


Fig. 6. — Curva de temperatura para un cúmulus favorable para producción de lluvia artificial.

La transformación artificial, bruscamente activa, de los elementos en sobrefusión, en cristales de hielo, provoca además el desprendimiento de nuevas energías caloríficas (calor de fusión). Debido a esta energía calorífica, el cúmulus asciende más allá de su natural altura de equilibrio, libra una nueva condensación y aumenta así la cantidad de la precipitación.

El siguiente ejemplo aerológico (fig. 6) ilustra mejor estas condiciones:

El cúmulus representado corresponde, más o menos, a las condiciones meteorológicas del norte argentino. La isoterma de 0°, está a 3.730 m de altura. La natural altura de equilibrio del cúmulus, está a 5.270 m, a una temperatura de —9°C. Por lo tanto, el cúmulus sólo contendría, normalmente, agua en sobrefusión, ya que su temperatura no llega a los —12°C. La capa en sobrefusión tiene un espesor de 1.540 m, es por lo tanto muy favorable para el crecimiento de las gotas de lluvia. Si en este cúmulus se diseminara hielo seco, la formación repentina de cristales de hielo originaría un aporte de calor que corresponde a un aumento de temperatura de 1°,6C. Este ascenso de temperatura hace que el cúmulus continúe ascendiendo por encima de su altura de equilibrio (5270 m) hasta una nueva altura cumbre, de 5640 m). Si se admite que de este cúmulus cae un aguacero de 20 minutos de duración, cuando la velocidad vertical media del aire ascendente en la nube, es de $v_z = 2$ m/s, se obtiene la altura de la precipitación N, mediante la fórmula deducida por ERTEL ([19]) :

$$N = \frac{v_z \cdot \log\left(\frac{\Theta_2}{\Theta_1}\right) \cdot \bar{p} \cdot t}{39,2} = \frac{2 \cdot 0,013 \cdot 455 \cdot 20}{39,2} = 5,9 \text{ mm}$$

En dicha fórmula v_z es la velocidad vertical Θ_1 y Θ_2 las temperaturas potenciales absolutas (en la base y la cumbre de la nube), p la presión media del aire (mm) entre la base de la nube y la altura cumbre, y t el tiempo de actividad del cúmulus (min). Este ejemplo representa un caso favorable y frecuente, e ilustra perfectamente las bases meteorológicas exigidas.

Los ejemplos expuestos a continuación, suponen situaciones meteorológicas favorables para la producción de lluvia artificial en la República Argentina.

Si en el Norte argentino hallamos capas de aire húmedo y caliente, que avanzan con viento norte, la formación de cúmulus estacionarios en las sierras del N será muy regular y favorable para la producción de lluvia artificial. Por ejemplo: en las Sierras de Córdoba, Sierras de San Luis y en los Andes, se forman con gran regularidad — con las condiciones meteorológicas ya enunciadas — nubes cúmulus estacionarias, causadas por las corrientes de aire ascendentes, junto a las sierras. Estos cúmulus estacionarios llenan, a la perfección, los requisitos para la producción artificial de llu-

via. Aun cuando, sobre el suelo, hasta los 2.000 m de altura haya una capa estable de aire que reprima la convección térmica sobre la llanura, la corriente de aire ascendente de las sierras, condiciona la formación de los cúmulus apropiados.

Esta condición se presenta en los sistemas montañosos argentinos, con suficiente frecuencia como para que, en estas regiones, puedan efectuarse experiencias eficaces, que conduzcan a la producción de lluvia artificial. En un viaje que realizara el autor por el norte argentino, prestó especial atención al desarrollo de cúmulus en las montañas, pudiendo comprobar que reúnen las condiciones requeridas para los primeros ensayos de lluvia artificial.

7. — OTRAS APLICACIONES DE LA SOBREFUSION ARTIFICIAL DE ELEMENTOS NUBOSOS DE LA ATMOSFERA

La diferencia de la presión de saturación de vapor de agua sobre agua y sobre hielo, que alcanza su máximo a —12°C, motiva un proceso de difusión de las moléculas de vapor de agua de una nube, hacia los cristales de hielo formados, provocando el secamiento de la nube y la caída de los elementos de precipitación en formación. Este proceso de desecamiento de una nube puede revestir interés, aplicado a la disipación artificial de la niebla en sobrefusión.

En el Instituto Alemán del Vuelo a Vela, se observó, en el invierno de 1944, un proceso de disipación de la niebla: la niebla espesa que cubría el campo de aviación, por la mañana temprano, a una temperatura de —10°C, a —12°C, comenzó a transformarse en nieve al encenderse las estufas en los alojamientos de dicho campo. Cayeron estrellitas de nieve de diversos tamaños, formadas directamente en la niebla. La niebla se fué haciendo cada vez más débil, hasta que se pudo ver el cielo azul y el sol. Evidentemente el humo contenía núcleos de congelación activos, que produjeron la congelación de las gotitas de niebla en sobrefusión. Los cristales de hielo así formados, crecieron rápidamente debido a la difusión del vapor de agua sobre dichos cristales, y a la coagulación, llegando al punto de caer como nieve, y disipándose así la niebla.

Estos intentos de disipar artificialmente la niebla, a temperaturas por debajo de 0°C, son de indudable interés general.

8. — SINTESIS

El problema de la producción artificial de precipitaciones o de la disipación de niebla y nubes, no es una cuestión de carácter sensacional, para la investigación científica, sino un punto de seria investigación meteorológica científica.

Las bases físicas y meteorológicas de estos experimentos se han aclarado de manera irrecusable. La prosecución de tales experimentos es, de cualquier manera, un importante deber de la investigación aplicada. Estas investigaciones no sólo contribuyen a la solución de un problema de significación práctica, sino que traen a nuestro conocimiento un problema de gran importancia en la Física Atmosférica: la sobrefusión del vapor de agua de la atmósfera.

La sobrefusión del vapor de agua de la atmósfera es aún hoy uno de los peligros de la aviación, de modo que estos experimentos para la producción de lluvia no deben considerarse sólo desde el punto de vista del aprovechamiento económico de la precipitación, sino que también se los debe considerar como temas de investigación de importancia y de interés general.

BIBLIOGRAFIA

(1) H. G. HOUGHTON and W. H. RADFORT. — Massachusetts Institute of Technology. Cambridge U. S. A.

(2) M. VOLMER. — Kinetik der Phasenbildung. Dresden 1939.

(3) E. REGENER. — Versuche über die Kondensation und Sublimation des Wasserdampfes bei tiefen Temperaturen. Schriften der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung. Berlín 1940.

(4) B. M. CWILONG. — Claredon Laboratory. Parke Road. Sublimation in a Wilson Chamber. Nature Vol. 155. Nº 3934. 145, pp. 361-362.

(5) E. M. FOURNIER D'ALBE. — Quarterly Journal of the Royal Met. Soc. 1949. pág. 1.

(6) W. GEORGII. — Schriften der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung. Berlín 1940.

(7) W. RAU. — Schriften der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung. Heft 2-1944.

(8) H. WEICKMANN. — Formen und Bildung von atmosphärischen Eiskristallen. Beiträge zur Physik der freien Atmosphäre. Vol. 28, pág. 14/15.
H. WEICKMANN. — Experimentelle Untersuchungen über die Bildung von Eis an Gefrierkerne in Wasser. Deutsche Luftfahrtforschung. Forschungsbericht Nº 1730.

(9) V. J. SCHAEFFER. — The production of ice crystales in a cloud of supercooled water droplets. Science. Vol. 104, pp. 457/459/46.

V. J. SCHAEFFER. — The natural and artificial formation of snow in the atmosphere. Transaction American Geophysical Union. Vol. 29, pp. 492-498, 1948.

(10) B. VONNEGUT. — The nucleation of ice formation by silver iodide. Journ. Appl. Physics 18 (7) July 1947.

(11) G. M. DOBSON. — Met. Magazine 49, Vol. 78, pág. 119.

(12) G. TAMMAN. — Die Aggregatzustände. Leiuzig 1922.

(13) P. W. BRIDGEMANN. — Zeitschrift für anorganische Chemie 77 (1912) S 377.

(14) A. WEGENER. — Thermodynamik der Atmosphäre. Leipzig 1928, pág. 85.

(15) H. NEUBERGER. — Penna, State College. Bull. of the American Met. Soc., June 1945, p. 211.

(16) T. BERGERSON. — Memoir. Met. de l'U. GGI. Lisboa 1933.

(17) E. BRUN et L. DEPON. — Making rain with airplane. Flying 41 (5) Nº 47.

(18) W. FINDEISEN. — Das Verdampfen der Wolken u. Regentropfen. Met. Zeitschrit 1939, pp. 453-460.

(19) H. ERTEL. — Die vertikale Luftbewegung bei Starkregen. Met. Zeitschrift. 1933, pp. 149.

PRIMEROS IDEALES POLITICOS DEL GENERAL SAN MARTIN

POR

ENRIQUE DE GANDIA

Conferencia pronunciada en la Sociedad Científica Argentina el 6 de julio de 1949.

Las ideas políticas del General don José de San Martín, Héroe Máximo de la independencia americana, no han sido estudiadas en forma amplia y profunda. San Martín ha atraído a los historiadores por los brillos de su biografía y la transcendencia de sus acciones militares. Su vida, por tantos conceptos extraordinaria, ha dado origen a grandes obras, muchas de ellas imperecederas, como las de Bartolomé Mitre y José Pacífico Otero, y ha permitido la elaboración de un sinfín de monografías, algunas de indudable valor y otras simples repeticiones. Sus ideas históricas han sido las más olvidadas. No existía, antes de nuestra sistematización de la historia de las ideas en América, un concepto del estudio del pensamiento de los héroes y políticos. Creíase que los hombres de nuestros orígenes, como los de otros instantes de nuestro pasado, sólo debían vivir en la gloria por sus actos o por las imágenes que de ellos nos había transmitido una tradición generosa, mas no siempre exacta. Conocer las ideas de un personaje parecía superfluo o imposible. Nosotros hemos enseñado a rastrear en los documentos todo pensamiento y todo indicio revelador de una tendencia política o de otro carácter, capaz de dibujar una fisonomía espiritual e ideológica. Los hombres vistos por dentro son más reconocibles que vistos por fuera. Los trajes engañan; las ideas, no.

Juzgar a un hombre por sus galones es muy distinto a juzgarlo por su cerebro. Por ello San Martín se nos aparece con un semblante nuevo cuando lo estudiamos a través de sus ideas. Ellas nos hacen comprender la justicia de sus acciones y nos muestran

al Héroe en una grandeza y en una comprensión que sus actos no nos dejaban ver. Los pocos trabajos que se han publicado sobre el pensamiento político de San Martín tienen buenas intenciones mas no siempre son completos y hondos. A menudo en vez de basarse en las verdaderas ideas de San Martín se fundan en suposiciones o en hechos que los críticos confunden con ideas. Es preciso, en este género de investigaciones, resignarse a ignorar cuando es imposible conocer. Hay que decir la verdad y no acudir a fantasías. Nadie debe lanzarse por caminos nunca transitados sin puntos fijos de orientación. En San Martín, el estudio de sus ideas ofrece en los comienzos muy grandes dificultades por la falta directa de documentos elocuentes. Nada se sabe de sus ideas políticas en su juventud. Todo cuanto se diga sobre este particular sería caer en imaginaciones. Durante sus años de España se conocen sus combates y sus ascensos, pero no sus ideas. Combatió contra los franceses. Este es un hecho indiscutible; pero no es usficiente para hacernos saber su manera de pensar respecto a esos franceses contra quienes combatía y a Napoleón. No tenemos documentos y no podemos hablar. La disputa sobre el masonismo de San Martín ha llevado a muchos críticos a extremos risibles. Hasta se ha querido inventar una masonería que no era masonería, que en el siglo XVIII y XIX nadie conoció y que sólo es un recurso de ciertos políticos antimasónicos para sostener que la masonería de San Martín era una masonería *sui géneris*. Los afanes polémicos y políticos han hecho cometer estos y otros dislates sobre los cuales es tarea inútil el insistir. Los historiadores de buena fe dirán siempre la verdad, y los de mala fe dirán lo contrario. Las razones de su vuelta a América se han buscado, asimismo, en muchas causas. Los autores de manuales para niños nos dicen que sintió nostalgia de su Yapeyú, que no veía desde su tierna niñez, y que por ello abandonó España. Tanta inocencia termina por conmover. Los autores un poco más elevados, con una cultura bien equivocada, explican que partió al Nuevo Mundo para dar, directamente, la independencia a la Argentina. En esta afirmación, dicha con estas u otras palabras, hay una verdad y unos errores. Ante todo, San Martín no pudo pensar únicamente en la Argentina porque entonces nadie sospechaba cuáles serían los límites que, andando los años, tendría nuestra Patria. En segundo término el problema de la independencia política de América no estaba en juego en 1812, y fué San Martín, como ve-

remos, quien vino a despertarla entre nosotros. Todo lo que se diga en contrario no pasará de suposiciones y no se fundará en ninguna prueba positiva. Por último, sábese perfectamente que la llamada revolución fué una perfecta guerra civil y que San Martín, masón y liberal, tomó parte en el bando de sus ideas y no pudiendo combatir en España volvió a su tierra para combatir en América por la libertad civil y el triunfo del liberalismo. Esta es la primera causa de su regreso al Nuevo Mundo. No obstante, hay documentos que los historiadores ignoran u olvidan y que deben ser expuestos. La exposición de estos documentos no significa que nos adhiramos enteramente a su contenido. El investigador afortunado a veces labra su desgracia dando a conocer ciertos papeles. Tan cierto es ello que hemos sido perseguidos más de una vez por referirnos a ciertos documentos y a ciertos hechos que una escuela historiográfica retrógrada cree necesario mantener ocultos. El temor a los ataques de los cavernarios de nuestra historia no nos detiene ni detendrá en la búsqueda y en la exhibición de la verdad. El día que sea preciso haremos conocer papeles y hechos que estremecen. Los documentos que ahora publicamos no están relacionados con estos otros a los cuales aludimos. Se trata de simples e inofensivas cartas en las que se alude a San Martín y se revela el por qué de su viaje a América. El primero es una de M. Castilla, fechada en Lack Place, Queems Elms, de Londres, el 13 de agosto de 1812, y dirigida a Robert P. Staples, en Buenos Aires. Hállase original en el Foreign Office, de Londres, y una copia en el Archivo General de la Nación Argentina, División Nacional, Sección Gobierno (Gran Bretaña. Copias de documentos del Archivo de Londres. Donación de la Sucesión Luis y Carlos Domínguez. Portugal, Brasil, Lord Strangford, 1808-1815. S. I. C. 4º A. 4 Nº 3). Entre otras cosas le dice:

« Y doubt not but you recollect the arrival in the River Plate in Febraury last of the Brig *George Canning* from London, on board of wich were embarked 15 o 20 passengers who, on their arrival, found means to accomodate themselves with success in the army. Y doubt not also that you must have observed that change of political system wich took place in the Government of Buenos Aires inmediately after their arrival. Y am informed by persons interested and who are now in London that these passengers were sent and suppliel with money by the French Government, the negotia-

tion was opened by the Aide de Camp of Marchall Victor some time since a prisoner in Cadiz, but who was liberated and sent to France at the secret instigation of the beforementioned gentlemen ».

En estas líneas, el señor Castilla refiere al cónsul inglés en Buenos Aires, Roberto P. Staples, que en el pequeño buque *George Canning*, llegado a Buenos Aires en febrero de 1812, habían embarcado quince o veinte personas que, no bien llegadas, hallaron medios de acomodarse en el ejército. Castilla no dudaba que Staples había observado el cambio de sistema político que había tenido lugar en el gobierno de Buenos Aires inmediatamente después de la llegada de esas personas. En efecto: la revolución de octubre de 1812 había vengado a Alzaga y a sus compañeros asesinados, derribando el llamado Triunvirato. El odio entre San Martín y Rivadavia también había comenzado. Castilla agregaba que había sido informado por personas interesadas y que se encontraban entonces en Londres que « esos pasajeros habían sido enviados y abastecidos de dinero por el Gobierno Francés » y que « la negociación había sido abierta por el edecán del mariscal Víctor, algún tiempo prisionero en Cádiz, pero que había sido libertado y enviado a Francia por la secreta instigación de las personas antes mencionadas ».

Esta primera parte de la revelación puede ser discutible, pero tiene muchos visos de verosimilitud. En Cádiz se habría producido la amistad de los pasajeros llegados en la *George Canning* y del edecán del mariscal Víctor. Los tales pasajeros habrían logrado su libertad y regreso a Francia y el edecán del mariscal Víctor habría conseguido que el Gobierno Francés les suministrase dinero para pasar a América. No bien llegados a Buenos Aires, habrían influído poderosamente en una nueva orientación política. Los hechos parecen confirmar esta exposición. Los tales pasajeros, en efecto, fundaron una logia masónica en Buenos Aires, llamada Lautaro, derribaron el Triunvirato y dieron una nueva tendencia a la política. Castilla continúa:

« Among the passengers was a German Baron, an officer of Engineers and, if I am not missinformed, carried with him despatches from the French Emperor. There was also a Colonel St. Martin who was the adjutant and principal partizan of the late Marquis de Solano, Governor of Cádiz, and who I have not the least doubt from his past conduct is in the pay of France and an enemy to the British interest, but what confirmed me in the opinion of the

prevalence of the French interest in the councils of Buenos Aires is the election of General Puirredon to the executive Government by a letter wich I have received and others that I have seen addressed to Mr. Aguirre and Mr. Caldevila and also other gentlemen, it appears that the election of Puirredon has been securec by the application of some thousand of dollars, wich you are aware must be French money for in Buenos Aires no one would be found to expend their money in this favour ».

Esta parte de la carta de Castilla a Staples tiene mayor interés. Le cuenta que entre los pasajeros había un barón alemán, oficial de ingenieros, el cual llevaba, si no había sido mal informado, despachos del emperador francés. Sabemos muy bien que se trataba del barón de Holmberg. Había también un coronel San Martín que había sido ayudante y principal partidario del desaparecido marqués de Solano, gobernador de Cádiz, del cual no tenía la más mínima duda, por su pasada conducta, que se hallaba a sueldo de Francia y era un enemigo de los intereses británicos. Pero lo que más confirmaba a Castilla en la opinión de la ventaja de los intereses franceses en el consejo de Buenos Aires era la elección del general Pueyrredón para el gobierno ejecutivo. Por una carta que había recibido y otras que había visto dirigidas al señor Aguirre y al señor Caldevila y también a otros caballeros aparecía que la elección de Pueyrredón había sido asegurada por la aplicación de algunos miles de dólares, que sin duda era dinero francés, pues en Buenos Aires nadie habría gastado su dinero en este favor.

Los informes de Castilla coinciden con muchos hechos. Nada imposible es, también, que tenga razón. La política ha sido siempre la política. Pueyrredón fué toda su vida un francesista y napoleonista. Sobre este punto es inútil discutir. Las pruebas son innumerables y terminantes. Muy bien podía darse que la influencia francesa hubiese alcanzado al extremo de hacer llegar dinero a Buenos Aires para asegurar la elección de un hombre que iba a responder plenamente al gobierno francés. Pueyrredón, poco después, trató por todos los medios de convencer a sus amigos de la necesidad de inclinarse hacia Francia y alejarse de Inglaterra. Sus cartas publicadas por la Biblioteca Nacional de Buenos Aires no admiten dobles interpretaciones. Todo lo que Castilla refiere es perfectamente lógico y verosímil. El francesismo de Pueyrredón se une al francesismo que también se atribuye a San Martín. La in-

fluencia francesa habría determinado la elección de Pueyrredón, el viaje de San Martín a Buenos Aires, el derrumbe del Triunvirato, y la fundación de la logia Lautaro. Castilla sabía a la perfección que Pueyrredón, desde antaño, había estado en contacto con el gobierno francés. En este sentido sus afirmaciones no descansan en posibilidades, sino que son rotundas, salen de Londres, donde no se ignoraban estos secretos y no tienen en su contra ninguna razón interesada que haga dudar de las mismas. Castilla afirma, pues, que Pueyrredón estuvo desde los comienzos de la revolución española en contra de Napoleón, al servicio de Francia. Este hecho coincidiría con las actividades napoleonistas de Pueyrredón y explicaría sus opiniones dudosas de los primeros años de la revolución española como inclinadas a aceptar el gobierno de Napoleón y no una independencia local de alguna parte del Nuevo Mundo. Estos pormenores no disminuyen en lo más mínimo la grandeza de Pueyrredón en la historia argentina; explican, simplemente, el origen y las tendencias de sus primeras ideas políticas. Era el ambiente de aquellos años que dividía a todos los hombres en partidarios de Napoleón o de Inglaterra. Moreno, por ejemplo, fué partidario de Inglaterra; Pueyrredón lo fué, en cambio, de Francia. Castilla recuerda a Staples que Pueyrredón « es la persona mencionada, que interrumpió la correspondencia al comienzo de la revolución española, y de la cual el señor Cooke me hizo el honor de darme a traducir para él y que se trataba de una correspondencia de los ministros del rey José a sus amigos en América, y éste es el Pueyrredón que era llamado el hombre de confianza y el amigo en el cual se podía confiar... »

Queda, pues, bien patente, que Pueyrredón era conocido en Londres como autor de una correspondencia que se había captado y que revelaba las comunicaciones de los ministros del rey José Bonaparte con sus amigos americanos. Sus palabras exactas son las siguientes:

« I hope in your official intercourse with Mr. Cooke you will have the goodness to represent to him that this Pueirredon is the person mentioned that interrupted correspondence at the beginning of the Spanish revolution and wich Mr. Cooke did me the honour to get me to translate for him and wich was a correspondence from the Ministers of King Joseph to their friends in America and this is the Pueirredon who was called the Man of confidence and the friend to be dependended upon... »

Pueyrredón y San Martín estaban, pues, unidos por los mismos ideales francesistas, pero con una diferencia profunda. San Martín, aunque hubiese llegado a América por intermedio o influencia de Napoleón, pensaba en la independencia del Continente. Pueyrredón se inclinaba más a un protectorado francés sobre el Nuevo Mundo. Los hechos históricos fueron uniendo a estos dos hombres en una larga amistad que se prolongó en Europa. San Martín llegó, pues, a Buenos Aires, posiblemente gracias a la diplomacia francesa, con propósitos separatistas e independencionistas. Los datos sobre su venida a América se continúan en otra carta de Robert P. Staples a Hamilton, esquire, fechada en Buenos Aires el 18 de noviembre de 1813. Nótese que Staples era el cónsul inglés y conocía personalmente a San Martín. Primero refiere que en Río de Janeiro había oído a algunos españoles que desde España llegarían grandes refuerzos y que éstos se unirían a tropas del Brasil. En Buenos Aires, en cambio, nada se sabía de estos hechos. Sus palabras son las siguientes:

« It is still supposed that further reinforcements are coming from Spain, and even that troops from Brazil were intented to cooperate with them, seemed to be feared by some Spaniards who I met at Rio de Janeiro, who are intimate with this Goverment, but I have heard nohing of the kind exprezed here ».

Luego le da cuenta de los pasajeros que llegaron a Buenos Aires en un velero llamado *George Canning*, desde Inglaterra. Sus nombres eran San Martín, Alvear y el barón de Holmberg, los cuales se hallaban entre la gente de mayor importancia de Buenos Aires.

« The passengers who came here on a vessel called the *George Canning* from England, whose names are San Martin, Alvear and Baron D'Olmberg are now among the leading men in Buenos Aires ».

El primero mandaba la caballería; era particularmente activo y había adquirido popularidad. El segundo mandaba la infantería, y el último, el departamento de ingeniería.

« The firts commands the Cavalry; he is particulary active man and has acquired popularity. The second commands the infantry. And the latter the Enginer Department ».

Staples explicaba que en una carta al Foreing Office, de Londres, del pasado mes de abril de 1812, refería « que esas tres personas le habían sido presentadas como pertenecientes a los intereses

franceses. Ellas tenían gran influencia en Buenos Aires, pero el campo no estaba todavía bien preparado para fundar ciertas opiniones mientras no llegase una fuerza francesa que alejase todo temor de tropas provenientes de España. La situación en que ellos se hallaban podía hacerlos formidables ».

« In a letter to the Foreign Office of the last april 1812, wich I intended to have sent but, finding it necessary to go to England, I took with me and had the honour to lay before you, you will find that these three persons had been represented to me as being in the French interest, they gave great influence here but there does not appear to be any prompt ground for supposing that opinion to be now well founded yet, should a French force arrive, wich might remove the fear of any troops from Spain, the situation they hold would make them formidable ».

Es indudable que, a juicio de los informantes ingleses, tanto de Londres como de Buenos Aires, San Martín, Alvear y el barón de Holmberg habían venido a Buenos Aires por influencia francesa y con la ayuda pecuniaria de Napoleón. La misma influencia y el mismo dinero habrían asegurado, según dichos informantes, la elección de Pueyrredón. Los ideales de la independencia, sostenidos por Francia y Napoleón, habrían unido a esos hombres llegados desde Europa y a Pueyrredón. Las separaciones posteriores obedecen a sucesos de otro carácter. Esta influencia, en caso de confirmarse, demostraría que Francia tuvo una importancia muy grande en estos destinos. Su importancia provendría de los planes de Napoleón. Rogamos a los lectores que no generalicen y no extiendan la influencia que reconocemos a Francia a otros problemas o la hagan provenir de fuentes distintas. La revolución francesa, por ejemplo, no tuvo la más mínima influencia en nuestra primera historia. La única influencia que se puede reconocer a Francia es la de haber hecho posible el viaje a Buenos Aires de estos tres grandes hombres de nuestra historia, liberales y masones. Ellos trajeron la idea definitiva de la independencia, inexistente e impropia en estas tierras. Los precursores de nuestra independencia no son, por tanto, todos los personajes que, como tales, se presentan en los manuales para niños. Son, en primer término, Martín de Alzaga, en 1806, 1807 y 1809, que quería una separación del virreinato por el abandono en que España tenía a estas regiones, y San Martín, Alvear y Holmberg, que pasaron al Nuevo Mundo

gracias a Francia y Napoleón y aquí empezaron a luchar para lograr la verdadera independencia del país. A ellos se unió, por sus ideas francesas, Juan Martín de Pueyrredón y todos juntos hicieron la gran obra de nuestra emancipación. San Martín fué el más talentoso, firme y constante en sus propósitos e ideales. Alvear derivó sus pensamientos políticos a largas luchas locales, ambiciones y planes monárquicos que lo desacreditaron, pusieron en pugna con San Martín y terminaron por convertirlo en agente de Rosas. Holmberg, por ser extranjero, se vió disminuído a pesar de haber logrado en gran parte el triunfo de la batalla de Tucumán, al lado del Belgrano, y terminó envuelto en pequeñas luchas de provincia. La admirable serenidad y talento de San Martín le permitieron cumplir sus planes en forma maravillosa, sin volver a necesitar de ninguna ayuda francesa. Esta ayuda no pasó, como dijimos, del hecho de haber facilitado el viaje de San Martín, Alvear y Holmberg a Buenos Aires. No existió antes de ese viaje ni volvió a sentirse después. Napoleón cayó en 1814 y la historia siguió otros rumbos. Fué, no obstante una ayuda providencial, porque sin la venida de San Martín a América, el destino del Nuevo Mundo habría sido sin duda muy diferente.

Muchos de nuestros colegas historiadores se han de sorprender de estos hechos. La revelación que aquí hacemos es realmente sensacional en la biografía de San Martín. Nunca se dijo ni nadie la sospechó. No obstante, muy bien lo sabemos, se nos combatirá por descubrir estas verdades. Una consigna de historiadores mediocres trata de mantener en la obscuridad todo cuanto se refiere a nuestra historia patriótica, repetir siempre los mismos conocimientos y no dejar surgir ninguna nueva opinión. Es la conspiración que tanto daño hace a nuestra cultura. Los historiadores libres, que luchan por el triunfo de la verdad en medio de indiferencias y de odios, han de colaborar para el esclarecimiento de estos hechos. En historia no tenemos partido. Buscamos la verdad y si en algo nos equivocáramos nos corregiríamos inmediatamente. Por ello empezamos por manifestar que las revelaciones de Castilla y Staples acerca de San Martín y de su viaje a Buenos Aires tienen una gran dosis de verosimilitud. No están reñidas con la realidad española y con la realidad argentina. En España, San Martín, por una parte, y Pueyrredón, por la otra, estuvieron en contacto con los franceses. Pueyrredón quiso sostener que se halló en contra de ellos,

porque en esos momentos convenía decir así, pero cierto es que todos sus escritos lo presentan, por confesión propia, como un entusiasta napoleonista. San Martín, Alvear y Holmberg partieron a América para lograr su independencia, pero no por nostalgias de pueblos lejanos, sino por influencias políticas poderosas. Debe saberse, además, que en Buenos Aires no toda la gente era partidaria de Inglaterra. Existía un fuerte partido francés que deseaba el protectorado de Napoleón, primero, y terminó por inclinarse a la independencia, después. Por ello la guerra civil entre los partidarios de Fernando VII y su aliada Inglaterra y los partidarios de Napoleón y de Francia. Los historiadores argentinos, obsesionados por el resplandor de las batallas, se quedaron más de un siglo oyendo el eco de los cañonazos y no fueron capaces de penetrar un poco en la historia de las ideas políticas. Ahora que lo estamos haciendo nosotros podemos agregar algo acerca del partido francés de Buenos Aires. No nos referimos a los tiempos de Liniers, pues este punto lo hemos tratado con cierta profundidad en otras páginas. Hablemos de 1810 en adelante. Es preciso, por tanto, que los estudiosos de nuestro pasado empiecen por saber que en Buenos Aires el partido anglófilo pedía el envío de una poderosa armada al Río de la Plata para hacer frente a cualquier invasión napoleónica. El dato hállase en un memorial anónimo dirigido a Lord Strangford y traducido al inglés. No tiene fecha y encierra muchos pormenores de la política rioplatense. En una determinada parte expone un plan inglés de enviar a América una fuerte escuadra capaz de oponerse a cualquier invasión francesa y dice:

« Such a plan of operations would secure the permanent happiness of America and would give to England advantages of wich she cannot now form an idea ».

Más adelante contesta a la pregunta :¿Who are the French Party?» (¿Quiénes están en el partido francés?) y dice unas frases sensacionales, que son la réplica más dura a todos los retardados de nuestra historiografía que nos han combatido por decir la verdad. No vacilamos en expresarnos en esta forma, impropia de estudios serios, porque aunque perdonemos los golpes recibidos no podemos olvidar que por el delito de descubrir papeles ignorados, de inmensa transcendencia, y sostener verdades nuevas en nuestra historia, se nos ha causado grandes dolores en instituciones que amábamos profundamente y a los cuales habíamos consagrado nuestra vida.

El anónimo informador de Lord Strangford, en una fecha desconocida, anterior al 25 de Mayo de 1810, descubre que el virrey Cisneros tenía unos procederes alarmantes. « Su Excelencia sabe muy bien — decía el informante de Lord Strangford — que mientras él persigue a las personas sospechosas de favorecer los intereses de la Princesa del Brasil, mantiene una ininterrumpida amistad con los jefes del partido Independiente, como Alzaga, Villanueva y el resto. Combine este hecho con la circunstancia de que la independencia fué actualmente ofrecida a nuestras colonias por Bonaparte y el resultado será obvio! ».

« The proceedings of the Vice Roy Cisneros are not less alarming. Your Lordship is well aware that while he persecutes the pearsons who are supposed to be in the Interest of the Princes of Brazil, he keeps up an uninterrupted Friendship with the Chiefs of the Independent Party, such as Alzaga, Villanueva and the rest. Combine this fact with the circunstance of Independence having been actually offered to ower Colonies by Bonaparte and the result will be obvious! (Foreign Office. Portugal. Vol. 84. Archivo General de la Nación. División Nacional. Sección Gobierno. Gran Bretaña. Copias de documentos del Archivo de Londres. Donación de la Sucesión Luis y Carlos Domínguez. Portugal. Brasil, Lord Strangford. 1809-1815. S. I, C. 4º, A. 4, N: 3).

Cada línea de este documento tiene más valor que muchos volúmenes. En síntesis nos dice que existía un partido independiente y que los jefes de este partido eran Alzaga, Villanueva y otros. Es lo que tantas veces hemos probado con otros documentos y tanta gente, por odio a España, se encierra en su indiferencia u obscuridad. El informante quería relacionar este hecho con la independencia que Napoleón había ofrecido a América. En América se sabía, por tanto, muy bien, que Napoleón había ofrecido la independencia. En consecuencia se temía que los partidarios de la independencia, como Alzaga, pudiesen unirse a Napoleón y seguir sus planes; pero la verdad era otra: Alzaga no quería unirse a Napoleón porque era un perfecto nacionalista vascamericano; quería la independencia para los criollos y españoles y no para convertir estas tierras, como ansiaban otros políticos, en un posible protectorado de Napoleón.

Había, pues, en Buenos Aires, un partido de la independencia, cuyo jefe era Alzaga; un partido napoleonista, con hombres como

Pueyrredón, y un partido que deseaba seguir fiel a España. Los hombres de este partido eran los amigos de Lord Strangford. No los mencionamos. Muy bien se sabe quienes son. Muchos tienen estatuas como partidarios de la independencia argentina. Es una afrenta a sus memorias. Los amigos de Lord Strangford eran los partidarios de la colonia, de la defensa de Fernando VII, de la situación entonces existente, y para ello pedían la ayuda inglesa.

El partido francés no desapareció con el 25 de Mayo de 1810. Alzaga logró el triunfo de sus ideales haciendo constituir una Junta popular de gobierno en Montevideo y otra en Buenos Aires. Las Juntas de Mayo, de los días 22 y 25, se crearon con el propósito de hacer frente a los franceses. El partido de Alzaga, que aspiraba a la independencia, se vió suplantado por los hombres que más lo habían combatido. Él logró, como atestiguó Guillermo P. White, en gran parte, la deposición de Cisneros; pero en la Junta del 25 dominó Cornelio Saavedra, su más grande enemigo. Los ideales separatistas se vieron, entonces, detenidos. Saavedra no pensó, en los primeros tiempos, en ninguna independencia. En cuanto a los francesistas, siguieron con sus ideas. En 1812, en el año de la llegada de San Martín a Buenos Aires, el partido francés tenía una muy grande influencia. Robert P. Staples, en una carta al Vizconde Castlereagh, fechada en Londres, el 22 de junio de 1812, le decía:

« The parties existing in Buenos Aires since the commencement of the revolution in that country have (been called) been French, Portuguese, European (who are called old) Spaniards and creoles».

Es decir: en Buenos Aires había, desde los comienzos de la llamada revolución, un partido francés, un partido portugués, un partido europeo o de viejos españoles y un partido criollo. En el partido francés se hallaban hombres como Pueyrredón y, más tarde, San Martín; en el partido portugués se encontraban los partidarios de la infanta Carlota Joaquina; en el partido europeo o de viejos españoles figuraban, primero, hombres como Saavedra y demás fieles a Fernando VII, y luego los seguidores del Consejo de Regencia, y en el partido criollo actuaban los que habían sostenido la necesidad de fundar Juntas de gobierno, empezando por Alzaga y siguiendo por los defensores de gobiernos locales. El mismo Staples, en otra carta al vizconde de Castlereoagh, fechada en Londes al 22 de junio de 1812, le cuenta los orígenes del 25 de Mayo de 1810 y le dice:

« The messures of the Viceroy Cisneros, who arrived in Buenos Aires in 1809, soon became very impopular; they were directed by the old Spaniards, whose principal aim was to exclude all foreigners and keep the creoles in subjection. Cisneros being disposed wich happened in 1810 and a Junta found encouragement was given to the foreigners there to remain there, particulary english, the commerce of this country being at that period the only source of revenue they possessed while the part the interior provinces wold take remained incertain ».

Las medidas del virrey Cisneros, que llegó a Buenos Aires en 1809, pronto lo hicieron muy impopular. Estaban dirigidas por los viejos españoles, cuyo principal deseo era el de excluir a los extranjeros y mantener a los criollos en la sujeción. Cisneros fué destituido en 1810 y la Junta autorizó a los extranjeros a permanecer en el país, especialmente los ingleses. El comercio era la única fuente de recursos en aquel período. Entre tanto, el destino de las provincias permanecía indeciso. En cuanto a la situación política era complicada. Los portugueses, partidarios de la Princesa del Brasil, se mostraban activos en sus empresas para convencer que eran estimulados por el Gobierno británico mientras la situación de Fernando VII daba paso a los clamores de la Princesa.

« The portugueses who were partizans of the Princess of Brazil were particulary active in their endeavours to persuade that they were encouraged by the British Government while the situation of Ferdinand the 7th. gave some weight to the claim of the Princess ».

El partido francés ganaba influencia. Las primeras ofertas del Gobierno francés habían sido rechazadas por temor a las incursiones y oposición de Gran Bretaña, pero cuando la popularidad inglesa decayó, fueron enviados despachos a Francia a través de Norte América. El general Goyeneche renovó sus negociaciones sobre los principios franceses.

« The french party in Buenos Aires still gained influence. Offers wich had been made before by the French Government were rejected for fear of incurring the opposition of England, but when our popularity declined dispatches were sent to France as I understand throw North America. Negotiations were renewed with General Goyeneche and, there is strong reason to fear, upon French principles ».

Existía una gran confusión en torno a las ideas y propósitos de José Manuel de Goyeneche y a los gobiernos que se sucedían en Buenos Aires. La política era complicada. Algunos cronistas de aquel entonces han recogido voces sueltas que los críticos de hoy en día desdeñan, pero que revelan posibles conversaciones, tanteos y entendimientos de unos hombres con otros hombres. De esas conversaciones no ha quedado nada sólido, porque ciertos proyectos no se confían al papel. Prueba de ello son los rastros que señalan los informes que aquí seguimos. Poco antes de 1812, el 7 de noviembre de 1811, Alex Mackinnon, presidente de los comerciantes ingleses de Buenos Aires, también confirmaba que en esta ciudad había partidarios de Napoleón. Sus palabras son desdeñosas y, precisamente por ello, merecen ser conocidas. Decía:

« That Government (el inglés) has been miserably and falsely informed if they are ignorant that the Government of the Brazile and the Portuguese people are detested here and in all the Spanish Colonies; it is true, however, that a few old Spaniards and two of three Italian Adventurers who are anxious to acquire and to be replaced in lucrative offices would be happy to receive for master or mistress either a Corsican or a Jew, not for affection of loyalty, but for their personal interests ».

El gobierno inglés, decía, ha sido miserablemente y falsamente informado si se ignora que el gobierno del Brasil y los portugueses son detestados aquí y en todas las colonias españolas. Es verdad, sin embargo, que unos pocos viejos españoles y dos o tres italianos aventureros, ansiosos de conseguir puestos lucrativos, serían felices de tener por jefe lo mismo a un Corso que a un Judío, no por afecto ni lealtad, sino por sus personales intereses.

En cuanto a Goyeneche, sus actividades se presentaban en forma muy sospechosa. Sus propósitos eran misteriosos e inseguros, por su carácter y las diferentes opiniones que parecía haber manifestado en el curso de la Revolución de Europa y los sucesos de España. Era un americano, nativo de Arequipa, pero que había pasado un gran número de años en Europa. Siguió los ejércitos franceses en Alemania, Italia, etc., como militar aficionado y espectador. En Madrid, hace dos años, se dice que tomó el partido de los aliados de José Bonaparte (otros lo negaban) y en consecuencia, como consideración a su reputada habilidad, además de su conocimiento de América, Murat le encomendó una misión y le

dió instrucciones para realizar una revolución en América en favor del Usurpador.

« The views of General Goyeneche, who was the last advices at Potosí, are mysterious and uncertain from his character and the different opinions he has appeared to have manifested in the course of the Revolutions of Europe and the events in Spain. He is an american, a native of Arequipa, but having been a number of years in Europe, he followed the French armies in Germany, Italy, etc., as a military amateur and spectator. At Madrid about tow years ago, it is said, he took the oath of allifiance to Joshep Bonaparte (others deny this) an in (consecuence) consideration of his reputed ability and address, besides his knowledge of America, Murat furnished him with a commission and instructions to effect a revolution in America in favour of the Usurper ».

Estados Unidos no se hallaba totalmente ajeno a la política que se desarrollaba en Sud América. Hemos visto que algunas noticias o propuestas pasaron a Francia a través de Estados Unidos. No obstante, en Estados Unidos había gente que aconsejaba a los americanos del Sud estar de acuerdo con los intereses norteamericanos e ingleses y, para fundar este pedido, recordaba que Estados Unidos había ayudado a los sudamericanos con armas y provisiones. En una carta firmada por Hullet Brothers and Company, fechada en Austin Friars, el 21 de agosto de 1812, y dirigida a Robert Staples, se lee lo que acabamos de exponer:

« You know alredy that the United States have acquired a claim to the gratitude of the Spanish Americans by furnishing them with arms and military stores and we conceive that the North Americans cannot rise in the scale of favours, without British interest sinking in the same proportion ».

Estados Unidos e Inglaterra debían progresar en la misma proporción. Por ello no favorecieron los planes napoleónicos. Francia, como dijimos, sólo logró hacer llegar a Buenos Aires a San Martín, a Alvear y a Holmberg y, con ello, decidió en gran parte el destino de América y de la Argentina. Por fin tenemos datos más o menos firmes sobre las razones que decidieron el regreso a América de San Martín, sus relaciones con los franceses, que proyectaban y favorecían la independencia de América, su ideal separatista y la existencia de un fuerte partido francés en Buenos Aires que explica la rápida y sincera amistad de San Martín y Pueyrredón. Nosotros

no hacemos sposiciones, como ciertos historiadores que se han referido a la vuelta de San Martín a Buenos Aires en 1812. Glosamos informes ingleses que no tenían ninguna razón para mentir, pues se trata de documentos secretos en los cuales lo único que se desea lograr y exponer es la más pura verdad. Si ellos están equivocados, que se demuestre su error por medio de otros documentos y no de palabras.

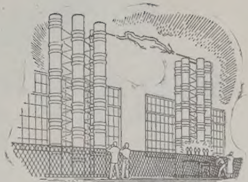
En Buenos Aires ya sabemos que San Martín fué uno de los fundadores de la Logia masónica Lautaro, que contribuyó a derribar el Triunvirato y que se consagró a las armas con todo entusiasmo. Repetimos que no hay documentos que nos descubran, en este tiempo, sus íntimas ideas políticas. San Martín era un buen masón y, como tal, hombre de ideas liberales e indifernetes en materia religiosa. Es por ello que Manuel Belgrano, su amigo, le dirigió desde Santiago del Estero, el 6 de abril de 1814, una carta, muy citada, en la que le recomienda dar instrucción religiosa a la tropa, para desvirtuar la acusación popular de que las fuerzas de Buenos Aires eran anticristianas, y ser él mismo un buen católico.

« La guerra, allí, no sólo la ha de hacer usted con las armas —le dice—, sino con la opinión, afianzándose siempre ésta en las virtudes naturales, cristianas y religiosas; pues los enemigos nos la han hecho llemándonos herejes, y sólo por este medio han atraído las gentes bárbaras a las armas, manifestándoles que atacábamos la religión ».

(Continuará)

INDICE GENERAL

DE LAS MATERIAS CONTENIDAS EN EL TOMO CIENTO CUATRIGÉSIMO OCTAVO



Una fábrica de rayos

HECHOS A MEDIDA

Sobre la ciudad de Nueva York se cierne la tormenta. La luz de los relámpagos destaca, sobre el cielo gris, la silueta de los rascacielos. Con estruendo horrísono, una descarga de 40 millones de voltios cae en la torre del Empire State, el edificio más alto del mundo, cuyo pararrayos atrajo en un solo año, más de cuarenta rayos.

Para estudiar los efectos de estas descargas, con el fin de anular o aminorar sus destructores efectos, los técnicos de la General Electric construyeron una maqueta de la zona en que se halla enclavado el Empire State, y hacen caer sobre ésta, por medio de un generador de alta tensión, rayos artificiales, a fin de estudiar los efectos protectores que dicho edificio ejerce sobre el resto de la zona.

Este ejemplo es típico de los numerosos experimentos científicos que se ejecutan en los laboratorios de la General Electric para mejorar constantemente la calidad y el rendimiento de sus productos.

Cualquiera que sea el país en que Ud. resida, o el uso que desee hacer de la electricidad, la General Electric podrá ofrecerle una máquina o aparato eficaz y seguro, fruto de la experiencia de la fábrica de artículos eléctricos que sirve a América en la industria y el hogar.

Productos de la General Electric Co. E. U. A.

GENERAL ELECTRIC
SOCIEDAD ANONIMA

Maqueta del edificio Empire State de Nueva York, y de su zona circundante.

La marca de Excelencia EN TODO EL MUNDO... EN TODOS LOS HOGARES

BUENOS AIRES - CORDOBA - MENDOZA - ROSARIO - TUCUMAN